

Accident Analysis and Prevention

página de inicio de la revista: www.elsevier.com/locate/aap

El Marco de las Cinco “I” en la investigación de incidentes: Vinculación de las prácticas de investigación con la reforma de la seguridad vial

Tho Bella Dinh-Zarr^{a,*}, Ray Shuey^b, Lori Mooren^c

^a FIA Foundation and Traffic Injury Research Foundation, Ottawa, Canada

^b International Safety Foundation Inc., Melbourne, Australia

^c Road Safety Consultant, Sydney, Australia

INFORMACIÓN SOBRE EL ARTÍCULO

Palabras clave:

Causalidad de los incidentes

Prevención

Enfoque de sistema seguro

Después del incidente

Investigación de incidentes

Seguridad en el transporte

RESUMEN

La investigación de los incidentes es vital para el avance de la seguridad vial y constituye la base para determinar contramedidas e intervenciones eficaces para una verdadera reforma de la seguridad vial. Sin embargo, la forma en que se llevan a cabo las investigaciones de colisiones en la carretera influye sustancialmente en la calidad de la comprensión y en la eficacia de las respuestas. En las investigaciones de incidentes, tradicionalmente nos centramos primero en la pregunta: “¿Qué ha causado este incidente?”, cuando sería más eficaz preguntar inmediatamente: “¿Qué podría haber evitado este incidente?” o, mejor aún, “¿Cuáles son todas las formas en que se podría haber evitado este incidente?”.

En este documento, exploramos en primer lugar algunos enfoques comunes de investigación de incidentes de tráfico en los que lo primordial es el enjuiciamiento, la retribución o la indemnización. A continuación, examinamos los enfoques de investigación en los que la prevención es primordial, especialmente las investigaciones dirigidas a determinar cada punto de la línea temporal que precede al incidente en el que una intervención habría evitado el resultado, como ilustra el Modelo del Queso Suizo. Nos basamos en ejemplos de la industria de la aviación, el campo de la salud y la seguridad en el trabajo, el Consejo Nacional de Seguridad en el Transporte de EE.UU. (NTSB) y otros, para identificar los puntos fuertes y débiles. Reunimos buenas prácticas de varios enfoques de investigación a través del lente de diversas experiencias en seguridad del transporte y análisis de las causas raíz para presentar un marco práctico y proactivo para la investigación de incidentes de tráfico. El Marco de las Cinco “I” proporciona características orientadoras para las investigaciones de seguridad centradas en la prevención de los incidentes de tráfico: Inmediatez, Investigación profunda, Imparcialidad, Independencia y con Intención de prevenir lesiones.

El Marco de las Cinco “I” es una guía práctica para que las investigaciones vayan más allá de la causalidad de los incidentes y se centren en su prevención, en consonancia con el Enfoque de Sistemas Seguros, Visión Cero y la perspectiva de la salud pública. En lugar de centrarse principalmente en un único factor, como un defecto del vehículo o un error del conductor, conduce las investigaciones hacia una serie de contramedidas que implican la acción colectiva y el cambio de los sistemas y, por tanto, hacia una reforma más eficaz de la seguridad vial. No obstante, como marco práctico, es el comienzo (no el final) de los debates sobre cómo podemos seguir avanzando hacia esfuerzos de prevención más multidisciplinarios, colaborativos, innovadores y éticos.

* Autor correspondiente.

Dirección de e-mail: b.dinhzarr@fiafoundation.org (T.B. Dinh-Zarr).

<https://doi.org/10.1016/j.aap.2023.107296>

Recibido el 31 de mayo de 2023; Recibido en formato revisado el 12 de agosto de 2023; Aceptado el 7 de septiembre 2023

Disponible online desde el 17 de octubre de 2023 | 0001-4575/© 2023 Elsevier Ltd. Todos los derechos reservados

1. Introducción

La reforma de la seguridad vial comienza con la calidad de las investigaciones de incidentes. La recopilación y el análisis precisos de los datos de las investigaciones de incidentes son vitales para impulsar los enfoques más eficaces para reducir las lesiones de los usuarios de la carretera y aplicar una política de prevención práctica. Un examen imparcial de los factores causantes de los incidentes y las lesiones permite comprender mejor cómo se producen los incidentes y las lesiones. Como en cualquier práctica de investigación sólida, es importante recopilar de forma objetiva todas las pruebas relevantes de un incidente, incluidos los factores de riesgo proximales y distales y los aspectos medioambientales. El análisis de los datos bien recogidos puede conducir después a cambios en las políticas para lograr mejoras significativas en la seguridad vial.

En muchas jurisdicciones, las investigaciones de los incidentes desempeñan un papel importante a la hora de determinar si se ha cometido una infracción de las leyes viales, por lo que los usuarios infractores son castigados legal y económicamente. Otras jurisdicciones se centran en un régimen compensatorio para la víctima o su familia. Si existe un defecto en el vehículo que haya contribuido al incidente, pueden imponerse sanciones al propietario o al fabricante. Además, si la carretera o el entorno contribuyeron a la realización de maniobras inseguras, la autoridad vial puede verse obligada a rectificar el problema para prevenir futuros riesgos para la seguridad vial.

Sin embargo, con demasiada frecuencia, las investigaciones de incidentes se dan por concluidas cuando se identifican conductas o infracciones de las leyes o reglamentos por parte de los vehículos, o cuando se determinan las indemnizaciones. Esto puede dar como resultado un análisis poco adecuado de los factores del incidente y de las lesiones y ningún avance duradero para la seguridad.

Este enfoque acusatorio o compensatorio de las investigaciones de los incidentes deja un vacío de conocimiento crítico en las pruebas fundamentales para la reforma de la seguridad vial. Es un grave fallo del sistema que el investigador principal no tenga el mandato o el reto de informar o determinar estrategias de prevención de incidentes. Esto se convierte tardíamente en responsabilidad de los analistas, de la alta dirección o de los investigadores para interpretar a partir de las fuentes de datos iniciales. Dado que la calidad de la investigación inicial de los incidentes es fundamental para la reforma, este fallo afecta al mismísimo núcleo del Enfoque de Sistemas Seguros y a los objetivos de la Década de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2020).

Las investigaciones de los incidentes de tráfico a nivel internacional se rigen en gran medida por el modelo epidemiológico de Haddon, en el que se examinan los factores causantes de las lesiones presentes antes, durante y después del suceso lesivo: el incidente (Haddon 1970, Haddon 1980). Mientras que algunos han defendido que se trata de un análisis sistémico, otros han argumentado que el modelo de Haddon es demasiado estático y considera los factores causantes de las lesiones como variables discretas (Murray, W. et al, 2009, Stuckey, R. et al, 2007, Mooren et al., 2009). Además, no fomenta

el análisis de condiciones sistémicas más amplias o profundas. Cada vez cuenta con más apoyo la idea, tomada de la seguridad laboral, de que un enfoque sistémico para analizar los factores de las lesiones en carretera puede ayudar a explicar la interacción dinámica de los factores de riesgo dentro de un proceso de trabajo o de conducción y el hecho de que las condiciones creadas dentro del sistema pueden crear riesgos que a veces son muy anteriores al acto inseguro próximo que finalmente provocó un incidente con lesiones, por ejemplo, un mantenimiento inadecuado de los frenos, los sistemas de pago de los conductores, etc. (Mooren et al 2009; Williamson y Friswell 2013).

Aplicando este pensamiento a los riesgos de lesiones en el transporte terrestre, las condiciones previas sistémicas pueden actuar para prevenir o agravar el suceso lesivo mediante la gestión del riesgo de seguridad (Mooren et al., 2014). La gestión del riesgo se aplica con mayor eficacia cuando un proceso exhaustivo de análisis de las causas profundas informa a la gestión de la seguridad. Es decir, empezando por identificar las infracciones o los errores de comportamiento, del vehículo, del entorno, de la política o de otro tipo, los investigadores de incidentes deben centrarse después en por qué se produjeron las infracciones o los errores y cómo podrían haberse evitado.

El objetivo de los procesos de investigación de incidentes debe ser aprender todo lo posible sobre las condiciones previas al incidente para determinar qué podría haber cambiado para evitarlo o reducir su gravedad. Es a través de este aprendizaje como pueden evitarse los incidentes con heridos (Lukic et al., 2010, Njå y Braut, 2011). Los atributos clave de la seguridad en el lugar de trabajo, la aviación y las buenas prácticas actuales en la investigación de incidentes de tráfico pueden extraerse para proporcionar un enfoque más eficaz a la hora de determinar las estrategias de prevención de incidentes. A continuación, estos atributos se consideran la base de todos los enfoques de investigación de lesiones y muertes en los que se identifican los riesgos precursores, se formulan recomendaciones políticas y se aplican reformas.

2. Metodología

Este documento examina en primer lugar los principales enfoques adoptados en las industrias relacionadas con los incidentes de tráfico, la seguridad laboral y la aviación para ayudar a definir una forma práctica de avanzar hacia la consecución de medidas preventivas más estructuradas e inmediatas. A continuación, analiza los enfoques clave de las investigaciones de incidentes de tráfico en todo el mundo, con diferentes objetivos principales, e identifica los puntos fuertes y débiles de los sistemas actuales. Se basa en las experiencias de los profesionales de la investigación de incidentes, el análisis de la investigación práctica en seguridad del transporte, la gestión estratégica y los conocimientos de la investigación en aviación. El enfoque en la prevención de lesiones como resultado clave y una visión más amplia y equilibrada de los sistemas de investigación de incidentes aborda el vacío de conocimientos con base en pruebas y se alinea con el Enfoque de Sistema Seguro (Shinar 2019), la Década de Acción para la Seguridad Vial (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2020) y Visión Cero (Tingvall & Haworth 1999).

Este documento reconoce los numerosos modelos, normas y variedades de procesos de investigación de incidentes existentes en todo el mundo, que van desde las rudimentarias investigaciones policiales hasta los sofisticados equipos multidisciplinarios de expertos. Por evolución, restricciones de recursos o avances tecnológicos, las jurisdicciones han desarrollado sus propios modelos por conveniencia. Este estudio (y el Marco de las Cinco “I” que de él se desprende) no pretende ofrecer un análisis exhaustivo de todos los enfoques, sino más bien una observación conceptual de las investigaciones de incidentes de tráfico en países seleccionados, analizada a través del lente de 90 años de experiencia de los autores en gestión de la seguridad vial, trabajo policial, investigación, elaboración de políticas, salud pública e investigación de incidentes. Las investigaciones de incidentes de tráfico tienen el potencial de contribuir a la reducción de las lesiones en carretera al ayudar a iniciar una reforma de la seguridad, pero es difícil cuantificar con precisión su contribución. Se analizaron ejemplos representativos con el objetivo de desarrollar un marco práctico para las investigaciones de incidentes de tráfico centradas en la prevención de lesiones y contribuir a los debates sobre cómo llevar a cabo una verdadera reforma de la seguridad vial.

3. Examen de tres tipos de investigaciones

Las investigaciones de seguridad son cruciales para prevenir futuros incidentes en muchos ámbitos. Las investigaciones sobre incidentes de tráfico, las investigaciones sobre seguridad laboral o en el lugar de trabajo y las investigaciones sobre incidentes de aviación son algunos de los principales tipos de investigaciones y ofrecen diferentes perspectivas sobre cómo se llevan a cabo.

3.1. Investigación de incidentes

En la mayoría de las jurisdicciones del mundo, la policía operativa con capacidad de respuesta 24 horas al día, 7 días a la semana, es, por defecto, la principal investigadora inicial de los incidentes de tráfico con víctimas mortales y heridos graves. Las capacidades de investigación varían mucho. Por ejemplo, el Programa Internacional de Evaluación de la Policía de Carreteras (IRPAP) clasifica las aptitudes desde el Nivel Uno, identificación básica de la causa y del infractor, hasta el Nivel Cinco, un proceso holístico que utiliza escáneres láser 3D, análisis de registradores de datos de sucesos, análisis de teléfonos móviles e investigación forense completa en el que cada investigación de un incidente mortal implica el mismo nivel de rigor, competencia y responsabilidad comunitaria que en el caso de un homicidio (Shuey 2013). Estas clasificaciones se determinaron tras un análisis de las técnicas adoptadas en diez países de renta alta en comparación con diez países de renta baja y media. A pesar del nivel de sofisticación, las investigaciones están sesgadas hacia la detección del delincuente y el enjuiciamiento por responsabilidad penal.

En Australia, por ejemplo, una investigación sigue a todos los incidentes mortales con una autopsia que identifica cualquier contenido de alcohol en sangre o presencia de drogas. A todos los ingresados en un hospital, mayores de 16 años, se les exige una

muestra de sangre para detectar la presencia de alcohol. Todos los conductores implicados en un incidente están obligados a someterse a una prueba de alcoholemia y, si procede, a una prueba de detección de drogas. Lo ideal es que los incidentes mortales sean investigados por detectives de unidades especializadas como expertos cualificados en servicio de guardia 24 horas al día, 7 días a la semana, junto con expertos en reconstrucción con cualificaciones de ingeniería que realicen análisis forenses. Cabe destacar que los investigadores de incidentes deberían contar con una asociación colegiada para compartir conocimientos y experiencias.¹

Los requisitos de datos obligatorios garantizan que los agentes evalúen numerosas categorías, clasificaciones y elementos de datos con hasta 200 entradas de datos (Shuey 2021). Los oficiales investigadores proporcionan una opinión sobre la causa del incidente y una narración acompaña a una recomendación. Las consideraciones sobre el Enfoque de Sistema Seguro son un componente integral que invita a comentar “Usuarios de la carretera más seguros”, “Vehículos más seguros”, “Velocidades más seguras” y “Carreteras más seguras” (Policía de Victoria 2021).

Existen procesos similares en el Reino Unido, donde se siguen procedimientos operativos estándar durante cualquier investigación de un incidente, incluyendo la preservación de la escena, mediciones, fotografía, aislamiento y entrevista de testigos, entrevista del infractor o infractores supervivientes y seguimiento de los procedimientos de indagación y enjuiciamiento judicial. Los expertos están equipados con herramientas de investigación de alta tecnología que incluyen escáneres láser 3D, acceso a registradores de datos de sucesos, así como software de reconstrucción de impactos y trayectorias. Las bases de datos de factores contribuyentes se están implantando progresivamente en toda Australia y el Reino Unido (Rolison 2020, Shuey y Myers, 2021).

Es más probable que las investigaciones de incidentes sean sesgadas o incompletas si su objetivo final no es la prevención, tanto si las llevan a cabo las autoridades viales, la policía, los investigadores de seguros u otros. Por ejemplo, un incidente mortal ocurrido en 2016 en una comarca (un distrito) rural de Australia fue atribuido al exceso de velocidad por la autoridad vial local que llevó a cabo la investigación, pero no se tuvieron en cuenta otros factores de la carretera como las curvas cerradas, las condiciones resbaladizas (señaladas por la policía) y la falta de barandas. De hecho, el conductor circulaba a 60 km/h en una carretera con un límite de velocidad de 80 km/h (Mooren, 2017).

Ahora puede aplicarse un enfoque más holístico a los incidentes de camiones y autobuses, en el que las investigaciones profundizan en los factores que contribuyen en la cadena de suministro logístico. La culpabilidad de la “cadena de responsabilidad”, introducida en Australia a partir de 2001, ha permitido procesar a las empresas de transporte terrestre, los expedidores, los clientes, los cargadores, los receptores y los proveedores de equipos tras una investigación y un análisis de las causas profundas. Aunque los programas educativos y de concientización de los clientes han sido ampliamente promovidos,

¹ Asociación Australiana y del Pacífico Sur de Investigadores de Colisiones. https://www.aspaci.org.au/membership_flier.pdf.

el enfoque de la prevención debe tener un perfil más alto. Este enfoque conceptual debe aplicarse a todos los incidentes con heridos.

Un ejemplo de lo importante que es comprender la cadena de riesgos sistémicos para la seguridad se ilustra en la Fig. 1, que muestra las presiones de la industria del transporte terrestre que vinculan el riesgo y los resultados de los incidentes. Esto se ve respaldado por las conclusiones de una revisión de la bibliografía que identifica lagunas en la acreditación de la gestión de la seguridad y la calidad, los resultados financieros y las características de los trabajadores (Mooren et al 2014).

En el caso de la seguridad en el transporte de carga, es responsabilidad tanto del empresario como del gobierno proporcionar un entorno de trabajo seguro a los camioneros. La Fig. 1 refuerza los factores de riesgo sistémicos más amplios para los camioneros. Para que las estrategias de prevención sean eficaces, este enfoque conceptual de investigación en profundidad es necesario para todas las categorías de colisiones.

A partir de las investigaciones de los incidentes, se realizan análisis de las bases de datos para identificar la causalidad y los factores contribuyentes que culminan en planes estratégicos jurisdiccionales y nacionales. La Estrategia Nacional Australiana de Seguridad Vial 2021-30 marca el rumbo para la próxima década en Australia con el objetivo de reducir las muertes en un 50% y las lesiones graves en un 30% (NRSS, 2021). Aunque se trata de una estrategia revitalizada, que hace hincapié en un “modelo social” y en las “prioridades”, los logros aún no se han materializado, ya que se ha producido un aumento del 2,9% de las víctimas mortales en el primer año de la estrategia (BITRE, 2022), y no se han alcanzado los objetivos de la anterior Década de Acción para la Seguridad Vial 2011--2020 (Organización Mundial de la Salud 2011).

3.2. Investigaciones de seguridad en el lugar de trabajo

Las investigaciones de seguridad en el trabajo o laborales se llevan a cabo para determinar la causa de los incidentes con lesiones que se producen en un entorno laboral. Estas investigaciones pretenden identificar la causa raíz del incidente, ya se deba a un error humano, a un fallo del equipo, a factores organizativos o de otro tipo. Uno de los teóricos más influyentes en este campo es James Reason. Partiendo de sus primeros trabajos sobre la comprensión del error humano (Reason, 1990), Reason argumentó posteriormente y aportó pruebas de que el error humano no es una causa, sino más bien una consecuencia de las deficiencias organizativas (Reason, 1997). Como se muestra en la Fig. 1, en algunos ámbitos de lesiones, como el transporte por camión, la cadena de factores de lesión contribuyentes puede ser larga y compleja y puede extenderse a las condiciones de la industria incluso más allá de la organización.

Al considerar la causalidad de las lesiones como fallos del sistema de gestión, es posible idear controles y defensas organizativos para evitar que los fallos activos se conviertan en sucesos de lesión. Como afirma Reason (2000), “No podemos cambiar la condición humana, pero podemos cambiar las condiciones en las que trabajan los humanos (p. 786)”. Sin embargo, los investigadores de la seguridad (Hollnagel, 2002; Hopkins 2000) han cuestionado varios de los conceptos comunes en los que se basa la gestión de la seguridad, como la idea de que se pueden erigir e incrustar barreras contra los peligros en un sistema de trabajo para impedir que se produzcan incidentes. Utilizando como ejemplo los programas de transbordadores espaciales estadounidenses, Leveson et al. (2007) ilustraron cómo la creación de controles de seguridad para hacer que un proceso complejo y dinámico sea resistente a los riesgos de incidente



Fig. 1. Cadena de factores que desembocan en colisiones de camiones (de Mooren, 2016).

requiere comprender que los sistemas implicados en la realización del trabajo son fluidos y presentan interacciones continuas entre las personas, las estructuras sociales y organizativas, las actividades de ingeniería y los componentes físicos.

Hollnagel (2002) examinó diversos métodos de investigación y análisis de incidentes laborales para saber cómo elegirían los profesionales de la seguridad un método, o métodos, adecuados para sus procesos de trabajo concretos. Identificó tres tipos o modelos de análisis de incidentes. Sin embargo, llegó a la conclusión de que los modelos sistémicos ofrecían los mejores resultados. Estos modelos se centran en las variaciones de los procesos y las condiciones (en comparación con las operaciones normales) asociadas a los incidentes que continuamente hay que vigilar, controlar o eliminar. Este modelo asume que los humanos se comportan de formas variables y que la comprensión de cómo y por qué se comportan puede guiar el desarrollo y el mantenimiento de medidas de seguridad sistémicas. En otras palabras, el sistema debe diseñarse para adaptarse a la forma en que los humanos interactúan con él. Estos modelos también exigen un examen continuo de la interacción entre los usuarios humanos y el rendimiento del sistema.

3.3. Investigación de incidentes de aviación

La investigación de incidentes de aviación reconoce desde hace tiempo la importancia de encontrar los riesgos que pueden corregirse en el diseño y el funcionamiento del sistema, en lugar de centrarse en quién cometió un error, con el fin de prevenir futuros incidentes. La investigación puede consistir en examinar los restos de la aeronave, incluida la grabadora de datos de la cabina, entrevistar a testigos y analizar la meteorología, la programación y otras fuentes de información. La industria aeronáutica cita a menudo el Modelo del Queso Suizo de Reason, que explica cómo se producen los incidentes debido a múltiples capas de errores o fallos (ilustrados por los agujeros de las lonchas de queso alineadas) y cómo prevenirlos (Reason 1990).

En 1993, al examinar múltiples investigaciones sobre aviación en las que se citaban causas fundamentales que podían atribuirse a un diseño y funcionamiento defectuosos del sistema, la Circular de la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) declaró explícitamente que “al determinar por qué se produjo el incidente, se indica qué es lo que está mal en el sistema y debe corregirse, en lugar de quién cometió un error y debe ser castigado”. La culpa y el castigo tienen, en sí mismos, un valor limitado como herramientas de prevención” (ICAO, 1993). En lugar de limitarse a señalar la causa de un incidente mortal como un “error del piloto”, las investigaciones se preguntan qué hizo que el piloto tomara determinadas decisiones y qué salvaguardas del sistema deberían haber cambiado la decisión equivocada. Se entiende que los errores de los pilotos no se cometen de forma aislada, sino en el contexto de un sistema de transporte aéreo. Este enfoque filosófico centrado en la prevención puede aplicarse a las investigaciones de incidentes de tráfico, aunque debe tenerse en cuenta que las investigaciones de aviación se llevan a cabo en un marco normativo y de aplicación muy diferente.

En la industria de la aviación, la notificación e investigación de incidentes “se realiza para obtener información sobre deficiencias de seguridad reales o potenciales, corregirlas

y aprender de ellas a tiempo.” (Consejo Internacional de Aeropuertos, ACI, 2016) Este manual se guía por las publicaciones sobre seguridad laboral de Reason y exige un análisis forense de las causas profundas. A diferencia de muchos procesos de investigación de incidentes de tráfico, su objetivo es la prevención y no la culpabilidad.

El análisis de la causa raíz se describe mediante la práctica de preguntarse “por qué” cinco veces cuando se identifica un factor contribuyente. Aconseja: “Siga haciéndose la pregunta “¿Por qué?” para ir pelando las capas de síntomas hasta llegar al nivel más profundo de la(s) causa(s) principal(es), que aún esté(n) dentro del ámbito de influencia de su organización y sea(n) lo suficientemente fundamental(es) como para evitar que se repitan”. (ACI, 2014, página 25). Este enfoque en el “por qué” puede aplicarse directamente a las investigaciones de incidentes de tráfico.

3.4. Propósitos de las investigaciones de incidentes de tráfico

Las investigaciones de incidentes de tráfico se llevan a cabo en diferentes países con diferentes propósitos primarios. En algunos países, las investigaciones se llevan a cabo para determinar la responsabilidad legal del incidente, mientras que en otros, el propósito principal es prevenir futuros incidentes. El enfoque adoptado puede tener un impacto significativo en la eficacia de la investigación del incidente que conduzca a una reforma de la seguridad vial.

3.5. Primacía del enjuiciamiento y la retribución

Mientras que la indemnización es un factor importante en las investigaciones de litigios civiles, muchas jurisdicciones centran las investigaciones policiales en una forma de justicia reparadora, o retribución en la que se juzga a un delincuente por sus acciones deliberadas, peligrosas o desconsideradas, que provocan daños a otros. En este caso, la policía puede convertirse tanto en el investigador como en el árbitro, sin embargo, en el lugar de los hechos o poco después, la adjudicación perjudica tanto a los vulnerables como a los pobres (Aeron-Thomas 2003). Y lo que es más importante, los fallos del sistema y los factores contribuyentes rara vez se tienen siquiera en cuenta.

Muchas naciones islámicas consagran una estructura legal de Qisas (retribución) y Diyat (compensación o dinero manchado de sangre), por la que los delitos se determinan contra los individuos y no contra el Estado. Este proceso requiere que el investigador identifique un desglose porcentual de la culpa para ayudar a que las negociaciones judiciales y/o extrajudiciales se resuelvan en beneficio de las víctimas o de los herederos legales (Gottesman, 1991, Hakeem, 2003). La Diyat, como mínimo, puede aplicarse de forma estricta en algunos países (Pakistán) y puede variar en función del trasfondo religioso de los delincuentes/víctimas (Irán) o de los deseos de la víctima (Arabia Saudita). Aunque la negligencia penal y las sanciones judiciales pueden imponerse por separado o en paralelo, la estructura y los procesos fundacionales no están en sintonía con la prevención y la reforma de la seguridad vial. La naturaleza omnipresente de la cultura y las creencias afecta a los comportamientos de los usuarios de la carretera, además de tener el potencial de influir en el rendimiento

de la gobernanza institucional, la actuación policial y la investigación de los incidentes de tráfico (Kayani 2022, Kayani, King y Fleiter 2016).

Aunque tanto el castigo retributivo como la cuantía de la Diyat están legislados, la elección entre ambos queda en manos de la víctima y, además, los infractores pueden ser objeto de castigos discrecionales (Ali, Saleem y Habib, 2015). Los procesos se complican aún más por la aceptación del “fatalismo” como factor causal de los incidentes en países como Pakistán (Kayani et al 2012).

En las jurisdicciones mencionadas, todas las investigaciones de colisiones están impulsadas por la necesidad de encontrar responsables de los incidentes de tráfico y de las lesiones asociadas. En Arabia Saudita, el objetivo principal, recogido en la ley, es determinar y repartir la culpa para que los daños sean pagados por los culpables.

En Australia y el Reino Unido, el objetivo principal de las investigaciones de los incidentes de tráfico por parte de las fuerzas del orden es procesar a quienes contribuyeron al incidente o a las lesiones. La policía dirige las investigaciones de los incidentes en nombre de los forenses estatales. Se centran en determinar las infracciones de las leyes de tráfico por parte de los usuarios de la carretera. Aunque existe cierta consideración de los factores contribuyentes que deben ser abordados por las autoridades viales y otros, el objetivo principal de esas investigaciones es el enjuiciamiento de los individuos.

En la actualidad existe un movimiento cada vez mayor hacia la primacía de la prevención, incluso en países como Irán y el Reino Unido, que históricamente se centraban en la retribución o el enjuiciamiento.

Irán está formalizando en la actualidad un proceso de investigación en profundidad de los incidentes, por el que la Comisión Nacional de Seguridad Vial (NRSC) lleva a cabo investigaciones con criterios especiales, (tres víctimas mortales, una víctima mortal más cuatro heridos, ocho heridos, o incidentes en los que están implicados el transporte público, materiales peligrosos o aquellos con consecuencias sociales). Mientras que la policía investigadora se encarga de recopilar la información primaria en el lugar de los hechos, un equipo multidisciplinar llevará a cabo la investigación y las conclusiones se debatirán en una reunión del Grupo de Trabajo de Seguridad en la que participarán las dieciséis organizaciones de seguridad con recomendaciones para asegurarse de que un incidente de este tipo no vuelva a repetirse. Un proyecto piloto en tres provincias se centrará directamente en las estrategias de prevención de colisiones con un Equipo de Revisión de Expertos dirigido por el NRSC para analizar a fondo los factores causantes y garantizar

que se lleven a cabo las intervenciones adecuadas (Ranjbar et al 2022). Esta supervisión independiente por parte de un Equipo de Revisión de Expertos proporciona un enfoque más holístico y colaborativo para garantizar la apropiación colectiva y que se produzcan reformas.

En junio de 2022, la iniciativa del Gobierno británico estableció la primera Oficina de Investigación de la Seguridad Vial (RSIB) independiente y multimodal del Reino Unido, para analizar determinados incidentes de tráfico y ofrecer recomendaciones independientes para la política de seguridad vial (Departamento de Transporte del Reino Unido, 2022), centrándose en las nuevas tecnologías (Ito y Kester, 2022). Esto siguió a una revisión de los enfoques internacionales de investigación de colisiones (Jeavons & Runacres, 2020).

3.6. Primacía de la prevención

En todos los sectores de la aviación y la seguridad laboral, el objetivo primordial de las investigaciones es determinar la forma de evitar que el incidente se repita. El objetivo es comprender plenamente las circunstancias que precedieron a los incidentes para poder adoptar un enfoque positivo que impida el desarrollo de esas circunstancias.

Centrarse en la prevención suele ser un requisito entre las agencias gubernamentales independientes de investigación del transporte multimodal (aéreo, ferroviario, marítimo, por carretera), incluidos todos los miembros de la Asociación Internacional para la Seguridad en el Transporte (ITSA). Algunos miembros de la ITSA, aunque no todos, también llevan a cabo investigaciones de incidentes de tráfico. Uno de estos miembros es la agencia federal estadounidense National Transportation Safety Board (NTSB).²

La NTSB está encargada por el Congreso de Estados Unidos de investigar todos los incidentes de aviación civil en Estados Unidos, así como ciertos incidentes³ en otros medios de transporte, con el propósito de hacer recomendaciones para prevenir futuros incidentes, muertes y lesiones. Además de investigar las catástrofes en los ámbitos de la aviación, las carreteras, la marina, el ferrocarril, los oleoductos y los materiales peligrosos, la NTSB tiene el encargo adicional de coordinar la asistencia a las familias de las víctimas.

El proceso de la NTSB implica una serie de pasos que incluyen: la identificación de un incidente, la decisión de iniciar la investigación, el despliegue del equipo de investigación (llamado Equipo Go), la investigación multidisciplinar en el lugar de los hechos, la recopilación continuada de información sobre los hechos a través de la investigación o de una audiencia de investigación, la comunicación con las familias y el público, y el

² La Administración Nacional de Seguridad en el Tráfico por Carretera (NHTSA, por sus siglas en inglés) es otra agencia federal estadounidense que lleva a cabo investigaciones de incidentes de tráfico pero, como parte del Departamento de Transporte de EEUU, no se considera independiente y, por tanto, no es miembro de ITSA. La Guía de Criterios Mínimos Uniformes de Incidentes (MMUCC, por sus siglas en inglés) de la NHTSA proporciona a las agencias estatales y locales un conjunto estándar de variables de datos sobre incidentes de tráfico de vehículos de motor que deberían considerar recopilar, lo que supone una importante contribución a la investigación de incidentes. La MMUCC se encuentra actualmente en su quinta revisión desde que se desarrolló en 1998 y prevé la publicación de la sexta edición de la guía MMUCC en 2024 (NHTSA 2023).

³ Aunque en la actualidad el término “incidentes” rara vez se utiliza en la NTSB para referirse a los siniestros de carretera, hay que tener en cuenta que en el estatuto original US Code 49 U.S.C. § 1133, se otorga a la NTSB la autoridad para investigar “un incidente de carretera, incluido el incidente en un paso a nivel ferroviario”.

análisis en profundidad de la información sobre los hechos para identificar mejoras en la seguridad. Los equipos de investigación también pueden designar a partes externas para que proporcionen información técnica. El informe final de los incidentes graves suele finalizarse en aproximadamente un año. Contiene recomendaciones para mejorar la seguridad y es presentado por el personal en una reunión pública a los miembros del Consejo de la NTSB para su debate y votación. Los miembros independientes del Consejo de la NTSB aprueban y firman (o disienten de) el informe final que contiene las recomendaciones de seguridad que se emiten a entidades que van desde empresas privadas, diversos tipos de organizaciones y gobiernos federales, estatales y locales.

Hay que tener en cuenta que un objetivo claro de los programas de seguridad vial es prevenir las lesiones. Uno de los argumentos para llevar a cabo investigaciones de seguridad, en lugar de investigaciones con fines exclusivamente judiciales, es comprender la capacidad de supervivencia en caso de incidente. La NTSB se centra en una serie de factores de supervivencia cuando lleva a cabo sus investigaciones. Los investigadores de los factores de supervivencia documentan los restos del incidente con la vista puesta en el espacio de supervivencia. Esta información se cruza con la información sobre lesiones para proporcionar una visión de lo que puede haber causado las lesiones que se produjeron durante el incidente. Muchas de las mejoras de seguridad de los vehículos actuales, como los airbags, los cinturones de seguridad y los asientos para niños, son el resultado de exhaustivas investigaciones sobre supervivencia. Estas mejoras han demostrado prevenir o reducir las lesiones y han evitado víctimas mortales. En algunos casos, aunque se han producido daños importantes en los vehículos, las personas han resultado ilesas. La capacidad de supervivencia es fundamental, como se demuestra en las pruebas de resistencia al vuelco, en las que los gobiernos deben exigir mecanismos de protección de los ocupantes contra el aplastamiento del techo en caso de lesiones causadas a los ocupantes con cinturón de seguridad (Grzebieta et al 2008).

Los puntos débiles del enfoque de la NTSB incluyen el retraso desde el incidente hasta la recomendación de la reforma,⁴ el reducido número de incidentes de carretera investigados (debido tanto a las limitaciones presupuestarias como al enfoque en la aviación cuando se creó la agencia), y un fuerte sesgo hacia los incidentes mortales, de varios vehículos y de vehículos más grandes (autobuses, camiones). Los puntos fuertes son: la independencia de la agencia, de los miembros del consejo y de la investigación; la inmediatez, transparencia y minuciosidad de la investigación que examina la respuesta antes, durante y después del incidente; el fuerte enfoque orientado a la seguridad y la prevención; y la capacidad de la agencia para abogar por mejoras en la seguridad. A pesar de su falta de poder regulador, la agencia es capaz de lograr la adopción de recomendaciones mediante una comunicación eficaz con las víctimas, los funcionarios públicos y el público. Estos puntos fuertes de independencia y transparencia

serían beneficiosos para todas las investigaciones de incidentes de tráfico a nivel mundial.

En Australia, el Centro de Investigación de la Seguridad del Automóvil (CASR, por sus siglas en inglés), es un ejemplo de organización no gubernamental de investigación de la seguridad vial que lleva a cabo investigaciones selectivas. Situado en la Universidad de Adelaida, en el sur de Australia, el CASR lleva a cabo investigaciones en profundidad de los incidentes en el lugar de los hechos, utilizando equipos multidisciplinarios de “llamada” para los incidentes de tráfico con criterios seleccionados (Baldock et al 2009). Aunque reconocen el papel del error humano en las colisiones, los investigadores y los técnicos del CASR suelen proponer tratamientos de las infraestructuras y tecnologías de los vehículos como sus recomendaciones para eliminar o mitigar los incidentes (Doecke et al 2020).

Otros organismos de investigación en Australia son el Centro de Investigación de Incidentes de la Universidad de Monash (MUARC, por sus siglas en inglés), el Centro de Investigación de Incidentes y Seguridad Vial de Queensland (CARRSQ, por sus siglas en inglés), la Oficina Australiana de Seguridad en el Transporte, el Consejo Australiano de Investigación Vial y otras organizaciones semiprivadas. Aunque contribuyen al análisis y la investigación de los incidentes, al igual que el CASR, no disponen de los estatutos, los recursos o la capacidad para llevar a cabo investigaciones en tiempo real de todos los incidentes mortales.

Del mismo modo, existen muchas otras organizaciones multidisciplinarias en todo el mundo, aunque la mayoría no son agencias independientes. Algunos ejemplos no mencionados anteriormente son el Grupo de Análisis de Incidentes de Carretera de Dinamarca, la Unidad de Investigación de Colisiones de la Corporación de Gestión del Tráfico por Carretera de Sudáfrica, el Instituto de Investigación de la Gestión del Tráfico de China en Wuxi, el Instituto de Investigación de la Seguridad Vial de Malasia, la Autoridad de Investigación de Incidentes de Suecia y la Oficina de Investigación de Incidentes del Transporte Terrestre de Francia.

Un modelo ejemplar de primacía de la prevención en la investigación de incidentes para una infraestructura nacional es Finlandia, donde aproximadamente 20 equipos multidisciplinarios formados por 300 miembros se coordinan a través del Instituto Finlandés de Datos de Incidentes (OTI, 2023). Los equipos de expertos están formados por representantes de la policía, la ingeniería, la medicina y la salud pública, la tecnología de vehículos, el mantenimiento de carreteras, las ciencias del comportamiento y otras ramas especiales según sea necesario. Los equipos asisten anualmente a los 350-400 incidentes mortales de tráfico en carretera y fuera de ella, proporcionando datos no identificados para la investigación científica y estadística, así como para las intervenciones de seguridad vial. No evalúan los fallos, la culpabilidad, el enjuiciamiento, la retribución o la indemnización, garantizando así que la prevención sea el objetivo principal.

⁴ Aunque la mayoría de las investigaciones de la NTSB tardan aproximadamente un año en completarse, existe la oportunidad (y el deber) de hacer “recomendaciones urgentes” más rápidamente si los investigadores identifican un problema de seguridad que consideran tan crítico para la seguridad del público viajero que una recomendación no puede esperar. Al igual que ocurre con otras recomendaciones, éstas se someten a la consideración del Consejo de 5 miembros.

El objetivo general de la estrategia finlandesa es evitar que vuelvan a producirse colisiones y reducir las consecuencias graves aprendiendo de los incidentes (Salo et al, 2006). Este enfoque filosófico se alinea directamente con otras investigaciones que promueven tanto el análisis en profundidad como la inmediatez, factores clave identificados en el Marco de las Cinco “I”. Este enfoque es admirable para una nación con una población de 5,5 millones de habitantes, una red de carreteras de 78.000 km y una tasa de mortalidad de 4 por cada 100.000 habitantes (Foro Internacional del Transporte, 2021). La replicación de una cohorte de expertos similares para países con mayor población, masa territorial y/o mayor proporción de incidentes es un reto serio y difícil de mantener como compromiso de recursos. Dado que el enjuiciamiento y la retribución no se abordan, se necesitarían recursos adicionales y separados si se quiere perseguir estos otros factores. Este concepto de la primacía de la prevención es una filosofía fundamental en nuestro enfoque.

Los puntos fuertes de la mayoría de estos enfoques incluyen la inmediatez y minuciosidad de la investigación que examina la respuesta antes, durante y después del incidente; y el fuerte enfoque orientado a la seguridad y la prevención. Suelen estar formados por un equipo multidisciplinar y de especialistas forenses con acceso a modernos equipos de investigación y reconstrucción de alta tecnología. Sin embargo, un punto débil crítico es que la mayoría evalúa una pequeña proporción de los incidentes que cumplen los criterios establecidos (Larson 2004) y algunos no tienen una independencia total de otras organizaciones. Además, aunque las recomendaciones de reforma pueden seguir a las investigaciones, los vínculos con las bases de datos nacionales más amplias no siempre están claros y, por lo tanto, es difícil cuantificar el impacto en la reducción general de las lesiones. Sin embargo, podrían obtenerse beneficios sustanciales si el mismo enfoque filosófico (es decir, centrado en la prevención de lesiones) de las investigaciones pudiera aplicarse al ámbito más amplio de los incidentes dentro de las jurisdicciones en las que operan.

4. Discusión

En la mayoría de las jurisdicciones, la policía de tránsito es la primera en llegar al lugar de los hechos para investigar los incidentes de tráfico con víctimas mortales y heridos graves y determinar los principales factores presentes antes, durante y después del incidente. En ocasiones, el análisis se lleva a cabo con más detalle, incluyendo un proceso de reconstrucción del incidente y, a menudo, se realiza con el despliegue de un equipo multidisciplinar de expertos. Los resultados de este proceso se convierten con base en las acciones de reforma y de las medidas de prevención de los incidentes. Por lo tanto, es fundamental que este proceso global sea práctico y tenga la máxima integridad para una reforma eficaz de la seguridad vial.

Se puede aprender mucho sobre la gestión de riesgos y la prevención de lesiones si se adopta un enfoque holístico de la investigación de los incidentes al considerar los atributos clave y las orientaciones políticas de la seguridad en el lugar de trabajo y la industria de la aviación. La falta de análisis sistémico de

los factores de lesión es más frecuente en las investigaciones de incidentes de transporte terrestre que en los sucesos de lesiones laborales (Rollenhagen 2010), y el enfoque principal de las investigaciones de incidentes de aviación implica un análisis sistemático para prevenir futuras tragedias.

Un diferencial reconocido en la seguridad en el lugar de trabajo es una elevada proporción de grandes controles organizativos en el lugar de trabajo y de gestión que pueden afectar a una amplia gama de lugares de trabajo/industrias, en contraste con la ley de seguridad vial aplicable a millones de usuarios individuales de la carretera y sujeta a formación, autodisciplina y aplicación de la ley. Por ejemplo, ni la industria de la aviación ni la seguridad en el lugar de trabajo toleran el consumo de alcohol/drogas o las velocidades inseguras y han establecido salvaguardias para reducir estas actividades, que en conjunto representan más del 50% de los traumatismos en carretera en todo el mundo (Høye, 2020, Elvik 2013). Esto pone de relieve la necesidad crítica de estrategias de prevención y centradas en el sistema en materia de seguridad vial y subraya además la necesidad de una “reforma basada en el sistema” en la gestión del comportamiento de los usuarios de la carretera.

4.1. El Marco de las Cinco “I” en la investigación de incidentes

Shuey y Myers (2021) esbozaron el Enfoque 3A (Adquirir, Analizar y Actuar) para la reforma de la investigación de incidentes desde la perspectiva de los profesionales de la policía de tránsito, con un nuevo enfoque en el papel y la voz del investigador. La cuestión crítica planteada fue que cada investigación, individual y colectivamente, determinara “¿Cómo puede prevenirse el riesgo de un incidente de esta naturaleza en el futuro?”, reforzado por un Equipo de Revisión de Expertos. El Enfoque 3A proporciona la estructura para el proceso de las investigaciones de incidentes y este documento complementa dicho enfoque con un marco conceptual para las organizaciones que llevan a cabo dichas investigaciones con el propósito de reformar la seguridad. El Marco de las Cinco “I” surgió orgánicamente de nuestro análisis y revisión de las prácticas de investigación de incidentes, junto con nuestra experiencia en diversas áreas de la seguridad vial. El Marco de las Cinco “I” proporciona características orientadoras clave de la investigación de la seguridad en los incidentes de tráfico con la mnemotecnía: Investigación profunda, Imparcial, Inmediata, Independiente y con la Intención de prevenir lesiones.

4.1.1. Investigación profunda

La importancia de que las investigaciones de los incidentes de tráfico sean en profundidad es bien conocida y reconocida (Baldock et al, 2009; Salo et al, 2006; Poland y Bruce, 2017). Los investigadores elaboran una cronología completa y detallada del antes, el durante y el después del incidente (incluida la respuesta de emergencia). Se identifican y analizan los factores de riesgo y las similitudes con colisiones anteriores. Una investigación en profundidad y multidisciplinar proporciona los datos de seguridad más precisos y completos, lo que conduce a las recomendaciones de seguridad más exhaustivas con el fin de prevenir y mitigar las lesiones causadas por los incidentes de tráfico. Esto aumenta la



Marco

PRINCIPIOS RECTORES PARA LAS INVESTIGACIONES DE INCIDENTES CENTRADAS EN LA PREVENCIÓN

El **Marco de las Cinco "I"** esboza los principios para unas investigaciones de colisiones prácticas y centradas en la prevención, que conduzcan a una política de prevención de lesiones y de transporte más sólida y ética. Se alinea con la salud pública, el Enfoque de Sistema Seguro y la Visión Cero, destacando la importancia de las investigaciones posteriores a los incidentes como componente sistemático de una estrategia global de seguridad vial, tal y como se recomienda en el Plan Global para la Década de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030 (Dinh-Zarr, Shuey y Mooren 2023).

INVESTIGACIÓN PROFUNDA

Las investigaciones en profundidad y multidisciplinarias proporcionan los datos y análisis de seguridad más precisos y completos. Esto aumenta la equidad al garantizar que la elaboración de políticas se basa en información completa e imparcial.

- ✓ Los investigadores crean una cronología completa y detallada en torno a un incidente.
- ✓ Se identifican y analizan los factores de riesgo (antes, durante y después del incidente) y las similitudes con incidentes anteriores.



IMPARCIAL

Los investigadores imparciales recopilan y analizan los datos y los expertos imparciales hacen recomendaciones de seguridad.

- ✓ Los investigadores deben recusarse de una investigación si tienen vínculos financieros, personales o de otro tipo, para evitar evaluaciones sesgadas.
- ✓ La información técnica procedente de fuentes externas se examina de forma neutral y científica.
- ✓ Paneles de expertos imparciales examinan y avalan/revisan/aclaran los resultados de las investigaciones y las recomendaciones de seguridad.



INMEDIATA

Las investigaciones inmediatas (tan pronto como sea práctico) van unidas a una rápida recopilación y análisis de datos.

- ✓ Los investigadores aseguran y analizan la escena, entrevistan a los testigos, recogen datos (especialmente los perezcos). También pueden informar* a las familias/sobrevivientes/víctimas y, en su caso, a otras personas como las que proporcionan información técnica, funcionarios públicos, medios de comunicación y el público.
- ✓ El uso inmediato de los datos y la emisión rápida y precisa de recomendaciones de seguridad conducen a acciones críticas para una reforma oportuna de la seguridad.



INDEPENDIENTE

Las organizaciones independientes tienen mayor credibilidad porque no están obligadas a reflejar las opiniones de entidades externas.

- ✓ Las recomendaciones de seguridad se consideran más fiables si proceden de un organismo independiente o están avaladas por una fuente independiente.
- ✓ Si los organismos de investigación no son organizativa o financieramente independientes de los gobiernos o patrocinadores, la supervisión independiente es esencial como mínimo.



Intención de prevenir lesiones

La prevención de lesiones debe ser el objetivo principal de una investigación de seguridad. Debe tener una importancia primordial por encima de la acusación, la retribución o la responsabilidad.

- ✓ Identificar los factores del sistema a lo largo de la línea de tiempo que podrían haber evitado el incidente o aumentado la capacidad de supervivencia.
- ✓ Utilizar los resultados de la investigación en profundidad, imparcial e inmediata, con una supervisión independiente, para hacer recomendaciones prácticas sobre la política de prevención de lesiones.



*Una sexta "I", informar a los familiares y al público, puede considerarse externa a la investigación, pero es un imperativo ético (y un requisito legal en algunas jurisdicciones) y puede ayudar a obtener una información más precisa y completa.

Los autores agradecen a Jennifer Hall, de la Fundación para la Investigación de Lesiones de Tráfico por sus aportaciones a la infografía (Dinh-Zarr, Shuey y Mooren, 2023).

Fig. 2. El Marco de las Cinco "I".

equidad al garantizar que la elaboración de políticas se basa en información completa e imparcial.

4.1.2. *Imparcial*

La característica de la imparcialidad es necesaria para llevar a cabo una investigación de seguridad con eficacia y precisión. La imparcialidad se aplica a las personas implicadas en una investigación y significa que los investigadores no tienen un enfoque sesgado de las investigaciones de incidentes y consideran todos los posibles factores que contribuyen a los incidentes de tráfico y a las lesiones. Además, la imparcialidad evita conclusiones preventivas como la velocidad o el fallo de los frenos antes de una evaluación de todos los factores contribuyentes. Los investigadores deben ser recopiladores y analizadores imparciales de la información, sin ninguna afiliación o vínculo financiero con los fabricantes, las aseguradoras u otras partes implicadas. No obstante, estas partes implicadas pueden, y deben, proporcionar información técnica a los investigadores como validación de los hechos que rodearon el suceso. La información técnica proporcionada por fuentes externas se examina de forma neutral y científica. Además, un grupo imparcial de expertos debería supervisar y refrendar las recomendaciones de seguridad resultantes, incluso si resulta poco práctico que todo el proceso de investigación lo lleve a cabo una entidad independiente. Los investigadores y expertos que proporcionen supervisión deben recusarse de una investigación si tienen vínculos financieros, personales o de otro tipo, para evitar evaluaciones sesgadas.

4.1.3. *Inmediata*

También se ha establecido la importancia de las investigaciones de seguridad vial inmediatas (tan pronto como sea razonablemente posible) (Baldock et al, 2009; Salo et al, 2006; Poland y Bruce, 2017). La pronta presencia en el lugar de los hechos de los investigadores de incidentes permite una recopilación eficaz de datos percederos, un mejor recuerdo por parte de los testigos y una mejor oportunidad para entablar relaciones con otros intervinientes de la seguridad pública en la catástrofe. Las investigaciones oportunas implican tanto una rápida recogida de datos como un rápido análisis de los mismos. Los investigadores aseguran y analizan el lugar de los hechos, entrevistan a los testigos, recopilan datos (especialmente datos percederos), consultan e informan a las partes (como víctimas, supervivientes o familiares). El uso inmediato de los datos y la emisión rápida y precisa de recomendaciones de seguridad que conduzcan a la inmediatez de la reforma también son fundamentales para este enfoque conceptual y se alinean directamente con las estrategias de prevención para futuros incidentes de naturaleza similar.

4.1.4. *Independiente*

Tanto las investigaciones realizadas de forma independiente como la supervisión independiente son necesarias para llevar a cabo eficazmente una investigación de seguridad. La independencia se aplica a las organizaciones y significa que la agencia de investigación no está obligada a reflejar las opiniones de ninguna persona o entidad externa a la hora de identificar las causas, los factores contribuyentes o las recomendaciones de seguridad. La independencia otorga credibilidad a los resultados y a las estrategias basadas en la prevención. Las recomendaciones de seguridad se consideran más dignas de confianza si proceden de un organismo independiente o están avaladas por una fuente independiente. Un grupo independiente de expertos debería supervisar y refrendar las recomendaciones de seguridad resultantes, incluso si resulta poco práctico que todo el proceso de investigación sea independiente de los gobiernos o patrocinadores desde el punto de vista organizativo o financiero. En algunos casos poco frecuentes, como el de la NTSB estadounidense, el organismo que lleva a cabo la investigación es totalmente independiente, tanto desde el punto de vista organizativo como financiero, de todas las demás entidades gubernamentales y no gubernamentales.

4.1.5. *Intención de prevenir lesiones*

La prevención de lesiones como objetivo principal es la característica que diferencia claramente una investigación de seguridad centrada en la prevención de otras investigaciones de incidentes. La intención de toda investigación de seguridad debe centrarse en la gestión de riesgos; es decir, en determinar cómo evitar que se produzcan incidentes similares en el futuro y prevenir o mitigar los incidentes con heridos. A pesar de que la policía tiene un papel inicial para el procesamiento o la retribución, la prevención debe tener la máxima prioridad en todas las investigaciones, especialmente en las iniciadas por la policía en su deber jurado de proteger la vida y la propiedad. La prevención debe tener una importancia primordial sobre el enjuiciamiento, la retribución o la responsabilidad para que la investigación del incidente dé lugar a recomendaciones prácticas de seguridad que conduzcan a una reforma de la seguridad.

Al establecer claramente por qué se produjo el incidente, se pueden aplicar reformas para evitar que vuelva a ocurrir una tragedia similar. Los supervivientes, las familias, el público, los funcionarios locales, los medios de comunicación y otros implicados en el incidente deben estar informados y ser conscientes de que la seguridad es uno de los principales objetivos de la investigación. Esta comunicación clara de la intención de seguridad conducirá a una investigación más eficaz, a una mejor cooperación de todos los implicados y, potencialmente, a una aplicación más rápida de las recomendaciones de seguridad debido a una percepción pública más positiva. La prevención de lesiones como resultado de la investigación se alinea claramente con los objetivos del marco político del sistema seguro.

Cada uno de los cinco principios rectores se esboza en la infografía del Marco de las Cinco "I" (Fig. 2). Informar a las partes implicadas (como las familias, los funcionarios y

la comunidad) puede considerarse una sexta “I” que, aunque externa al proceso de investigación técnica, es un imperativo ético (y un requisito legal, en algunas jurisdicciones). Este tipo de comunicación también puede ayudar a los investigadores a obtener información más precisa y completa mediante el establecimiento de relaciones de colaboración con las partes implicadas.

4.2. Implementación del Marco de las Cinco “I”.

El Marco de las Cinco “I” surgió de esta investigación como una solución práctica para empezar a abordar la laguna de conocimientos y la deficiencia fundamental del sistema con base en pruebas. Aceptando globalmente los principios de una metodología de investigación sólida orientada a la prevención, se puede lograr un enfoque de reforma más holístico y sistemático.

En las investigaciones de incidentes, tradicionalmente nos centramos primero en la pregunta: “¿Qué causó este incidente?”. El Marco de las Cinco “I” dirige al investigador a preguntarse: “¿Qué podría haber evitado este incidente?” o, mejor aún, “¿Cuáles son todas las formas en que se podría haber evitado este incidente?”. Pero, ¿cómo se consigue esto? Para buscar respuestas a estas preguntas, hay que recopilar datos sobre los numerosos factores que pueden haber influido en el incidente y en las lesiones posteriores. El conocimiento de las causas de los incidentes es importante porque nos dirige a considerar acciones potenciales para prevenir el incidente y sus lesiones relacionadas (Hauer 2020).

El elemento crítico necesario es la supervisión o revisión independiente desde una perspectiva multidisciplinar. Este proceso está diseñado para reforzar y validar la integridad de la investigación. El impedimento inmediato es el gran número de incidentes mortales y con heridos graves que se producen a diario en todos los países, combinado con las escasas habilidades de base de los expertos multidisciplinarios. Se recomienda un proceso escalonado para alcanzar este criterio adaptado a las jurisdicciones individuales para centrarse en una reforma basada en la prevención. Este proceso puede graduarse inicialmente desde revisiones de escritorio hasta investigaciones multidisciplinarias en tiempo real. El primer paso consiste en encargar al investigador inicial o al equipo de revisión que evalúe los datos de la investigación y formule conclusiones y recomendaciones sobre el incidente basándose en la pregunta “¿Cómo se puede prevenir el riesgo de este tipo de incidente en el futuro?”.

Una formación complementaria, como la que se imparte en la mayoría de las organizaciones policiales, podría garantizar la incorporación de un marco orientado a la prevención en todas las investigaciones policiales de incidentes. Las investigaciones también podrían ser llevadas a cabo por no oficiales formados, lo que tendría la ventaja añadida de liberar más personal de las fuerzas del orden.

Existirán desafíos en la forma de definir los riesgos sistémicos y las “soluciones de gestión del sistema” para abordar estos riesgos. Se ha sugerido que la idea original de la política sueca Visión Cero era que el sistema de transporte terrestre debía concebirse como un “lugar de trabajo” en el que las autoridades viarias/gobiernos deben gestionar el sistema para mantenerlo libre

de riesgos de lesiones. De hecho, el Enfoque de Sistema Seguro exige que el diseño y la gestión de este sistema hagan que las carreteras y los arcones sean más seguros intrínsecamente para el uso humano, así como que se gestione activamente la forma en que los humanos utilizan el sistema para evitar daños graves a los usuarios de la carretera. Cualquier enfoque “sistémico” para la investigación de los incidentes también debe consagrarse con un análisis de los comportamientos humanos cuando sea pertinente, especialmente cuando comportamientos como el exceso de velocidad estén desencadenados por las características de la carretera o del entorno o dependan de ellas.

El Marco de las Cinco “I”, que esboza investigaciones exhaustivas, imparciales e inmediatas, con una supervisión independiente multidisciplinar y un enfoque primordial en la prevención de lesiones, conducirá a estrategias de prevención centradas en el sistema y diseñadas directamente para reducir las lesiones en carretera. Los procesos de revisión profesional garantizarán la mejora continua. El marco pretende sentar las bases de unas investigaciones que pueden adaptarse a diferentes circunstancias jurisdiccionales y culturas, pero que comparten una filosofía común que conducirá a reformas de la seguridad más rápidas y eficaces.

5. Conclusiones

El Marco de las Cinco “I” puede ayudar a que la investigación de los incidentes vaya más allá de la causalidad de los incidentes y las lesiones y pase a la prevención de los incidentes y las lesiones. Resulta oportuno, ya que se alinea con el Enfoque de Sistemas Seguros, Visión Cero, la perspectiva de la salud pública y el Plan Global para la Década de Acción para la Seguridad Vial 2021-2030. En lugar de centrarse en un único factor, como el comportamiento individual o los defectos de los vehículos, dirige las investigaciones hacia un conjunto de factores contribuyentes y contramedidas que implican la acción colectiva y el cambio de los sistemas y, por tanto, hacia una reforma más eficaz de la seguridad vial. No obstante, como marco práctico, debería considerarse el inicio (y no el final) de los debates sobre cómo podemos seguir avanzando hacia esfuerzos de prevención más multidisciplinarios, colaborativos, innovadores y éticos. Se insta a todas las jurisdicciones a adoptar este marco de investigación de incidentes como base para la reforma de la seguridad vial.

Con el renovado interés por el Enfoque de Sistema Seguro en todo el mundo, la investigación multidisciplinar de los incidentes de tráfico orientada a la prevención es una herramienta práctica que las jurisdicciones pueden utilizar para determinar, comunicar y aplicar una amplia gama de medidas de seguridad para la prevención previa al incidente, la mitigación de las lesiones durante el incidente y la atención de emergencia posterior al incidente. Utilizando el Marco de las Cinco “I”, las jurisdicciones disponen de una guía para crear un proceso eficaz de investigación de colisiones, centrado en la prevención, con el objetivo último de salvar vidas.

Financiación

Esta investigación no recibió ninguna financiación específica de organismos de los sectores público, comercial o sin ánimo de lucro.

Declaración de intereses contrapuestos

Los autores declaran los siguientes intereses financieros/ relaciones personales que pueden considerarse como posibles intereses contrapuestos: La Dra. Tho Bella Dinh-Zarr trabajó para la Fundación FIA y la Fundación para la Investigación de Lesiones de Tráfico (TIRF, por sus siglas en inglés) como asesora principal durante la redacción de este manuscrito.

Disponibilidad de datos

No se utilizaron datos para la investigación descrita en el artículo.

Agradecimientos

Los autores agradecen a las personas que comentaron sus estrategias de investigación de incidentes de tráfico y lamentamos no poder incluir una descripción de cada organización. Los autores también agradecen a nuestros revisores quienes mejoraron el manuscrito con sus acertados comentarios. Los autores agradecen a Jennifer Hall, de la Fundación para la Investigación de Lesiones de Tráfico (TIRF) por su ayuda con la infografía del Marco de las Cinco “I”.

Referencias

- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) Model Minimum Uniform Crash Criteria (MMUCC) Guideline (2023). <https://www.nhtsa.gov/mmucc-0>. Accessed 10th August 2023.
- Aeron-Thomas, A. (2003). Community Traffic Policing Scoping Study. TRL Report PR/INT/265/2003, TRL, London.
- Airports Council International, 2016. Safety Management Systems Handbook, First Edition.
- Ali, A., Saleem, M., Habib, S., 2015. Abolition of death penalty (case study of Pakistan). MAGNT Research Report 3 (3), 245–251.
- Baldock, M.R.J., Wooley, J.E., Ponte, G., Wundersitz, L.N., Lindsay, V.L., 2009. In: *Indepth Crash Investigation at the Centre for Automotive Safety Research*. Hannover Medical School, Germany, pp. 15–23.
- BITRE, 2022. Road Deaths Australia, ISSN 1449-1168, https://www.bitre.gov.au/publications/ongoing/road_deaths_australia_monthly_bulletins.
- Doecke, S., Thompson, J., Stokes, C., 2020. How do we prevent and mitigate crashes? evidence from Australian at-scene in-depth crash investigations. *Journal of Road Safety* 31 (2), 35–43.
- Elvik, R., 2013. A re-parameterisation of the Power Model of the relationship between the speed of traffic and the number of accidents and accident victims. *Accid. Anal. Prev.* 50, 854–860.
- Gottesman, E., 1991. The reemergence of qisas and diyat in Pakistan. *Colum. Hum. Rts.L. Rev.* 23, 433.
- Grzebieta, R.H., Young, D., McIntosh, A., Bambach, M.R., Fr'ech'ede, B., Tan, G., Achilles, T., 2008. Rollover crashworthiness: the final frontier for vehicle passive safety. *Journal of the Australasian College of Road Safety* 19 (2), 29–38.
- Haddon, W., 1970. On the escape of tigers: an ecologic note. *Am. J. Public Health* 1970 (60), 2229–2234.
- Haddon, W., 1980. Options for the prevention of motor vehicle crash injury. *Israeli Medical Journal* 1980 (16), 45–65.
- Hakeem, B.F., 2003. Alternative perspectives on penalty under Sharia: a review essay. *Int. J. Comp. Appl. Crim. Just.* 27 (1), 85–105.
- Hauer, E., 2020. Crash causation and prevention. *Accid. Anal. Prev.* 143, 105528.
- Hollnagel, E. (2002). Understanding accidents-from root causes to performance variability, *Proceedings of the IEEE 7th Conference on Human Factors and Power Plants*, Scottsdale, AZ, USA, 2002, pp. 1-1, doi: 10.1109/HFPP.2002.1042821.
- Høye, A., 2020. Speeding and impaired driving in fatal crashes—results from in-depth investigations. *Traffic Inj. Prev.* 21 (7), 425–430.
- The Finnish Crash Data Institute (OTI)(2023). <https://www.lvk.fi/en/the-finnish-crashdata-institute-oti/investigation-of-road-accidents/>. Accessed 8th August 2023.
- International Civil Aviation Organization (ICAO), 1993. Human factors digest no. 10, management and organization. ICAO CIRCULAR 247-AN/148, 6.
- International Transport Forum, 2021. Road Safety Report 2021 Finland. OECD Publishing, Paris.
- Ito, H., Kester, J., 2022. Governing beyond innovation: exploring the impact of connected and automated vehicles on the organization of vehicle accident investigations. *Int. J. Sustain. Transp.* 1–12.
- Jeavons, S., Runacres, A., 2020. International review of road collision investigation approaches. RAC. Foundation.https://www.racfoundation.org/wp-content/uploads/International_review_of-road_collision_investigation_approaches_Jeavons_Runacres_December_2020.pdf.
- Kayani, A., King, M.J., Fleiter, J.J., 2012. Fatalism and its implications for risky road use and receptiveness to safety messages: a qualitative investigation in Pakistan. *Health Educ. Res.* 27 (6), 1043–1054.
- Kayani, A., King, M., Fleiter, J., 2016. Religious and cultural factors: Barriers to developing interventions and safety countermeasures. In *Safety 2016 World Conference*.
- Kayani, A. U. H. (2022). Governance and the rule of law in road safety institutions in Pakistan: Exploring legal, social and cultural factors relating to crash involvement, enforcement, and legal processes (Doctoral dissertation, Queensland University of Technology) (Doctoral dissertation, Queensland University of Technology).

- Larson, L., 2004. Methods of multidisciplinary, in-depth analysis of road traffic accidents. *J. Hazard. Mater.* 111, 115–122.
- Lukic, D., Margaryan, A., Littlejohn, A., 2010. How organisations learn from safety incidents: a multi-faceted problem. *J. Work. Learn.* 22 (7), 428–450.
- Mooren, L., 2016. An evidence-based safety management system for heavy truck operations. University of New South Wales. PhD Thesis.
- Mooren, L., 2017. Tragic failure of a road system – an Australian example. *Journal of the College of Road Safety* 28, 58–64.
- Mooren, L., Grzebieta, R., Williamson, A., (2009). Lessons from occupational safety for work related road safety, Australasian Road Safety Research, Policing and Education Conference, Sydney, Australia.
- Mooren, L., Grzebieta, R., Williamson, A., Olivier, J., Friswell, R., 2014. Safety management for heavy vehicle transport: a review of the literature. *Saf. Sci.* 62, 79–89.
- Njá, O., Braut, G.S., 2011. Investigations of incidents in systems designed or developed on the basis of risk analysis. *Saf. Sci. Monit.* Vol 15, No. 6.
- Poland, K., Bruce, D. S. (2017). National Transportation Safety Board Investigative Process for Crashes Involving Highly Automated Systems. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA) Enhanced Safety of Vehicles (ESV) Conference Paper 17-0239.
- Police, V., 2021. User Manual: Creating a Report, Version 5. Unpublished, Traffic Incident System.
- Ranjbar, M., Kashani, A.T., Besharati, M.M., Bondarabadi, M.A., Zakeri, H., Hosseinizadeh, S., Chambers, G., Mooren, L., Shuey, R., 2022. Adopting a safe system approach to determine safer speed limits: a case study from Iran. *Journal of Road Safety* 33 (1), 26–35. <https://doi.org/10.33492/JRS-D-21-00045>.
- Reason, J., 1990. The contribution of latent human failures to the breakdown of complex systems. *Philosophical Transactions of the Royal Society (London)*, series B. 327, 475–484.
- Reason, J., 1997. *Managing the risks of organisational accidents*. Ashgate Publishing, Aldershot.
- Rolison, J.J., 2020. Identifying the causes of road traffic collisions: Using police officers' expertise to improve the reporting of contributory factors data. *Accid. Anal. Prev.* 135.
- I. Salo K. Parkari P. Sulander E. Keskinen In-depth On-the-spot Road Accident Investigation in Finland 2nd International Conference on ESAR (Expert Symposium on Accident Research): Reports on ESAR Conference, 1–2 September 2006 Issue F 61 2006 Hannover Medical School, Germany 28 37.
- Shinar, D., 2019. Crash causes, countermeasures, and safety policy implications. *Accid. Anal. Prev.* 125, 224–231.
- Shuey, R., 2013. International road policing assessment program (IRPAP), A star-rating, good practice, benchmarking assessment model (pp1-71). Companion document to the research thesis. RMIT University, Melbourne. Australia.
- Shuey, R., Myers, D., 2021. The AAA approach to crash investigation reform – the perspective from road policing practitioners. *Journal of Road Safety* 32 (4), 2021. <https://doi.org/10.33492/JRS-32-34>.
- National Road Safety Strategy 2021-2030. <https://www.roadsafety.gov.au/sites/default/files/documents/National-Road-Safety-Strategy-2021-30.pdf>. Accessed 12th February 2022.
- Tingvall, C., & Haworth, N. (1999, September). Vision Zero- An ethical approach to safety and mobility. In 6th ITE international conference road safety & traffic enforcement: Beyond 2000.
- United Kingdom (U.K.) Department for Transport (2022). Announcement: Government launches country's first ever investigation branch focused on road safety, June 2022. <https://www.gov.uk/government/news/government-launches-countrys-first-ever-investigation-branch-focused-on-road-safety>. Accessed 05 May 2023.
- United Nations General Assembly (2020). UN Resolution A/RES/74/299 “Improving global road safety” proclaiming the Decade of Action for Road Safety 2021-2030, adopted on 31 August 2020.
- Williamson, A., Friswell, R., 2013. The effect of external non-driving factors, payment type and waiting and queuing on fatigue in long distance trucking. *Accid. Anal. Prev.* 58, 26–34.
- World Health Organization, 2011. Global launch: decade of action for road safety 2011–2020 No. WHO/NMH/VIP11, 08)..