EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS DE CAUSALIDAD DE LA FORMA COMO OCURREN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO

WILLIAM ANDRÉS LEÓN LUGO

PABLO CESAR ORTEGA

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PROGRAMA ADMINISTRACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL

SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA

2026

EVOLUCIÓN DE LOS MODELOS DE CAUSALIDAD DE LA FORMA COMO OCURREN LOS ACCIDENTES DE TRABAJO

WILLIAM ANDRÉS LEÓN LUGO

PABLO CESAR ORTEGA

DOCUMENTO RESULTADO DE MONOGRAFÍA PARA OPTAR POR EL TÍTULO DE ADMINISTRADOR EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

DIRECTOR:

DANIELA ANDREA BALCAZAR RAMIREZ

CORPORACIÓN UNIVERSITARIA MINUTO DE DIOS

SEDE VIRTUAL Y A DISTANCIA

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

PROGRAMA ADMINISTRACIÓN EN SALUD OCUPACIONAL

SANTIAGO DE CALI, COLOMBIA

2026

Dedicatoria

Este trabajo está dedicado, en primer lugar, a nuestras familias quienes han sido un apoyo fundamental durante todo este proceso académico. Su comprensión, motivación y acompañamiento constante nos permitieron superar los retos y mantenernos firmes en el propósito de culminar esta etapa de formación profesional.

También dedicamos este logro a todas las personas que de una u otra manera han hecho parte de nuestro camino académico, brindándonos ánimo, confianza y palabras de aliento en los momentos más exigentes.

Finalmente, dedicamos este trabajo a quienes día a día trabajan por mejorar las condiciones de seguridad y salud en el trabajo, con el propósito de prevenir accidentes y proteger la vida de los trabajadores. Esperamos que esta monografía aporte, aunque sea de manera modesta, al fortalecimiento del conocimiento en este importante campo.

Agradecimientos

Expresamos nuestro más sincero agradecimiento a la Corporación Universitaria Minuto de Dios, por brindarnos la oportunidad de formarnos profesionalmente y adquirir los conocimientos necesarios para aportar al desarrollo del campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

De manera especial, agradecemos a nuestra directora de monografía, Daniela Andrea Balcázar Ramírez, por su orientación, acompañamiento y valiosos aportes durante el desarrollo de este trabajo. Su conocimiento y experiencia fueron fundamentales para guiar el proceso de investigación y fortalecer la calidad académica de este documento.

Asimismo, agradecemos a los docentes del programa de Administración en Salud Ocupacional, quienes a lo largo de nuestra formación compartieron sus conocimientos y experiencias, contribuyendo al desarrollo de nuestras competencias profesionales.

Finalmente, agradecemos a nuestras familias y amigos por su apoyo, paciencia y motivación permanente durante este proceso académico, que hoy culmina con la realización de esta monografía.

Tabla de contenido

1. Introducción 10

2. Justificación 13

3. Problema 15

3.1. Árbol de problema 15

3.3. Formulación o Pregunta Problema 17

3.4. Hipótesis 17

4.Objetivos 18

4.1. Objetivo General 18

4.2. Objetivos Específicos 18

5. Marcos de Referencia 19

5.1. Estado del Arte 19

Marco Legal 21

5.2. Marco Conceptual y Teórico 23

6. Metodología 27

6.1. Enfoque y Alcance de la Investigación 27

7. Resultados y análisis 31

Referencias 49

Listado de Figuras

Pág.

Figura 1 Cronología de la Investigación de Accidentes. (Eurocontrol, 2009) 51

Figura 2 Modelo teoría del dominó. (Arévalo, 2016) 52

Figura 3 Modelo Epidemiológico REASON. Arévalo (2016) 54

Figura 4 Modelo del Queso Suizo. Lazo, Raúl. HSEC Seguridad Industrial. Modelo del Queso Suizo: combatiendo errores latentes. 55

Figura 5 Modelo Sistémico. Clerici (2017).....57

Figura 6 Correlación técnica analíticas y modelo causal de referencia. Arévalo (2016). 58

Listado de Tablas

Pág.

Tabla 1 Síntesis de la revisión bibliográfica 33

Tabla 2 Caracterización de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo 39

Tabla 3 Matriz comparativa de los modelos de causalidad de la forma como ocurren accidentes en el trabajo. 43

Tabla 4 Características de los Modelos Epidemiológicos 56

Tabla 5 Técnicas basadas en modelos secuenciales 59

Tabla 6 Técnicas basadas en modelos epidemiológicos. 60

Tabla 7 Técnicas basadas en modelos sistémicos 62

Tabla 8 Caracterización de las principales técnicas analíticas 64

Tabla 9 Registro bibliográfico. (Balcazar, 2021) 65

Tabla 10 Registro bibliográfico. (Arévalo, 2016) 66

Tabla 11 Registro bibliografíco. (Botta, 2010) 67

Tabla 12 Registro bibliografíco. (Clerici, 2017) 68

Tabla 13 Registro bibliografíco. (Levenson, 2011) 69

Resumen

La comprensión de los accidentes de trabajo ha cambiado significativamente a lo largo del tiempo debido a la evolución de los sistemas productivos, tecnológicos y organizacionales. Durante muchos años, los accidentes fueron explicados principalmente desde enfoques centrados en el error humano y en las conductas inseguras de los trabajadores. Sin embargo, el desarrollo de nuevas perspectivas en el campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo permitió reconocer que estos eventos responden a múltiples factores que interactúan dentro de sistemas cada vez más complejos.

La presente monografía tuvo como objetivo identificar la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo, con el fin de fortalecer la comprensión del fenómeno accidental y aportar una herramienta conceptual que facilite el estudio y la investigación de los accidentes laborales en diferentes contextos organizacionales. Para el desarrollo del trabajo se realizó una investigación de enfoque cualitativo y tipo documental, basada en la revisión y análisis bibliográfico de libros, tesis y documentos académicos relacionados con los modelos de causalidad de los accidentes de trabajo.

A partir de la revisión de la literatura, se identificaron tres principales modelos que han marcado la evolución del análisis causal, los modelos secuenciales, los modelos epidemiológicos y los modelos sistémicos. Los modelos secuenciales explican el accidente como una cadena lineal de eventos, centrando gran parte de su análisis en el error humano y en las causas inmediatas. Posteriormente, los modelos epidemiológicos incorporaron conceptos como condiciones latentes, barreras organizacionales y factores de gestión, ampliando la comprensión de la causalidad. Finalmente, los modelos sistémicos plantean que los accidentes son el resultado de interacciones complejas entre factores humanos, técnicos, organizacionales y ambientales dentro de sistemas socio-técnicos.

El análisis comparativo realizado permitió evidenciar que la evolución de estos modelos ha contribuido a transformar la manera en que se investigan y comprenden los accidentes de trabajo, pasando de explicaciones lineales hacia enfoques integrales orientados al análisis de sistemas complejos. Asimismo, se identificó que los diferentes modelos no son excluyentes, sino

complementarios, y que su aplicación depende de las características y necesidades del contexto organizacional.

En conclusión, la monografía permitió reconocer la importancia de comprender los fundamentos conceptuales que sustentan la investigación de accidentes laborales, promoviendo una visión más amplia y crítica de la causalidad, orientada no solo a identificar errores individuales, sino también a comprender las condiciones del sistema que pueden influir en la ocurrencia de los eventos adversos.

Palabras Clave: accidentes de trabajo, modelos de causalidad, seguridad y salud en el trabajo, investigación de accidentes, sistemas sociotécnicos.

1. Introducción

La comprensión de los accidentes de trabajo ha experimentado una evolución importante a lo largo del tiempo, especialmente a medida que los sistemas productivos y las organizaciones se han vuelto más complejos. En los primeros enfoques de la seguridad laboral, los accidentes eran interpretados principalmente como el resultado de errores o comportamientos inseguros por parte de los trabajadores, lo que llevó durante muchos años a centrar las estrategias de prevención en el control de las conductas individuales. Sin embargo, con el avance de la investigación en seguridad y salud en el trabajo, se empezó a reconocer que esta perspectiva tienes oportunidades de mejora cuando hablamos de la diversidad de factores que intervienen en la ocurrencia de los accidentes de trabajo.

En este sentido, diversos autores han contribuido a ampliar la comprensión de la causalidad de los accidentes. Botta (2010) plantea que los accidentes de trabajo no deben entenderse como hechos fortuitos ni como consecuencia exclusiva del error humano, sino como resultados no deseados del funcionamiento del sistema hombre–máquina–medio. Desde esta perspectiva, los accidentes se explican a partir de la interacción entre factores humanos, técnicos, ambientales y organizacionales, lo que evidencia su carácter multicausal y resalta la necesidad de abordarlos desde un enfoque sistémico orientado a la prevención.

De manera complementaria, Arévalo (2016) señala que el análisis de los accidentes ha evolucionado a través de diferentes modelos de causalidad que han permitido desarrollar metodologías y técnicas analíticas para su investigación. No obstante, el autor advierte que algunas herramientas tradicionales mantienen estructuras de análisis predominantemente lineales,

lo que puede limitar la comprensión de los accidentes en sistemas de trabajo caracterizados por una mayor complejidad e interacción entre múltiples factores.

En esta misma línea, Balcázar (2021) propone el rediseño de la metodología de investigación de incidentes de trabajo denominada Análisis Gráfico de Sucesos y Factores Causales (ECFCA), con el propósito de fortalecer el proceso de análisis causal mediante la incorporación de enfoques más actuales. Su investigación parte del reconocimiento de que los sistemas de trabajo contemporáneos generan eventos adversos cada vez más complejos, lo que exige herramientas de análisis que permitan comprender de manera más amplia las condiciones del sistema, las barreras existentes y las interacciones entre los diferentes elementos que intervienen en la ocurrencia de los incidentes.

Por otra parte, Clerici (2018) destaca la importancia de los modelos sistémicos en la investigación de accidentes en contextos de alta complejidad. El autor señala que estos enfoques permiten analizar los eventos adversos considerando diferentes niveles del sistema, incluyendo factores organizacionales, tecnológicos y humanos, lo que facilita una comprensión más integral de las causas que pueden contribuir a la ocurrencia de un accidente.

A partir de lo anterior, es posible observar que el estudio de los accidentes de trabajo ha transitado progresivamente desde explicaciones centradas en el individuo hacia perspectivas que reconocen la interacción entre múltiples factores dentro de los sistemas de trabajo. En este contexto, resulta pertinente analizar cómo se ha desarrollado la evolución de los modelos de causalidad que explican la forma como ocurren los accidentes laborales. Por esta razón, la presente monografía tiene como objetivo identificar la evolución de los modelos de causalidad de

la forma como ocurren los accidentes de trabajo, mediante una revisión y análisis bibliográfico de la literatura existente, con el fin de caracterizar dichos modelos y determinar los principales cambios que han marcado su evolución.

2. Justificación

En el campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo, la investigación de accidentes constituye una herramienta fundamental para comprender las causas que originan los eventos adversos y a partir de esto, implementar acciones de prevención que permitan evitar su repetición. Sin embargo, en muchos contextos organizacionales y académicos, las investigaciones de accidentes continúan realizándose principalmente a partir de técnicas tradicionales de análisis, como el árbol de causas o el diagrama de espina de pescado. Si bien estas herramientas han demostrado ser útiles para identificar factores asociados a los accidentes, en ocasiones se aplican sin un conocimiento claro de los modelos conceptuales que sustentan la explicación de la causalidad de estos eventos.

En este sentido, es importante reconocer que los modelos de causalidad representan marcos teóricos que permiten comprender de manera estructurada cómo ocurren los accidentes de trabajo, mientras que las técnicas corresponden a herramientas metodológicas utilizadas para analizar los eventos dentro de dichos modelos. No obstante, en muchos procesos de formación académica o en la práctica profesional, esta diferencia no siempre es claramente abordada, lo que puede limitar la comprensión integral del fenómeno de los accidentes laborales y reducir las posibilidades de aplicar enfoques más amplios de análisis.

Por esta razón, resulta pertinente desarrollar un trabajo que permita identificar y analizar los modelos de causalidad que explican la forma como ocurren los accidentes de trabajo, así como las técnicas asociadas a dichos modelos. De esta manera, se busca aportar una visión más

clara sobre la evolución de estos enfoques, evidenciando los cambios conceptuales que han surgido a lo largo del tiempo en la forma de interpretar los accidentes laborales.

Asimismo, la presente monografía pretende contribuir al fortalecimiento del conocimiento en el área de la investigación de accidentes, proporcionando una caracterización de los diferentes modelos de causalidad y de las técnicas utilizadas para su análisis. Esto permitirá que estudiantes, profesionales y personas interesadas en el campo de la seguridad y salud en el trabajo puedan reconocer que existen diversas formas de abordar la investigación de accidentes, más allá de las técnicas tradicionales que comúnmente se aplican.

En consecuencia, este trabajo busca aportar a la comprensión de la evolución de los modelos de causalidad de los accidentes de trabajo, facilitando el acceso a información organizada y analizada sobre el tema. De esta forma, se espera que la monografía sirva como una herramienta de consulta que promueva el interés por profundizar en estos enfoques y contribuya a mejorar la manera en que se investigan y comprenden los accidentes laborales en distintos contextos organizacionales.

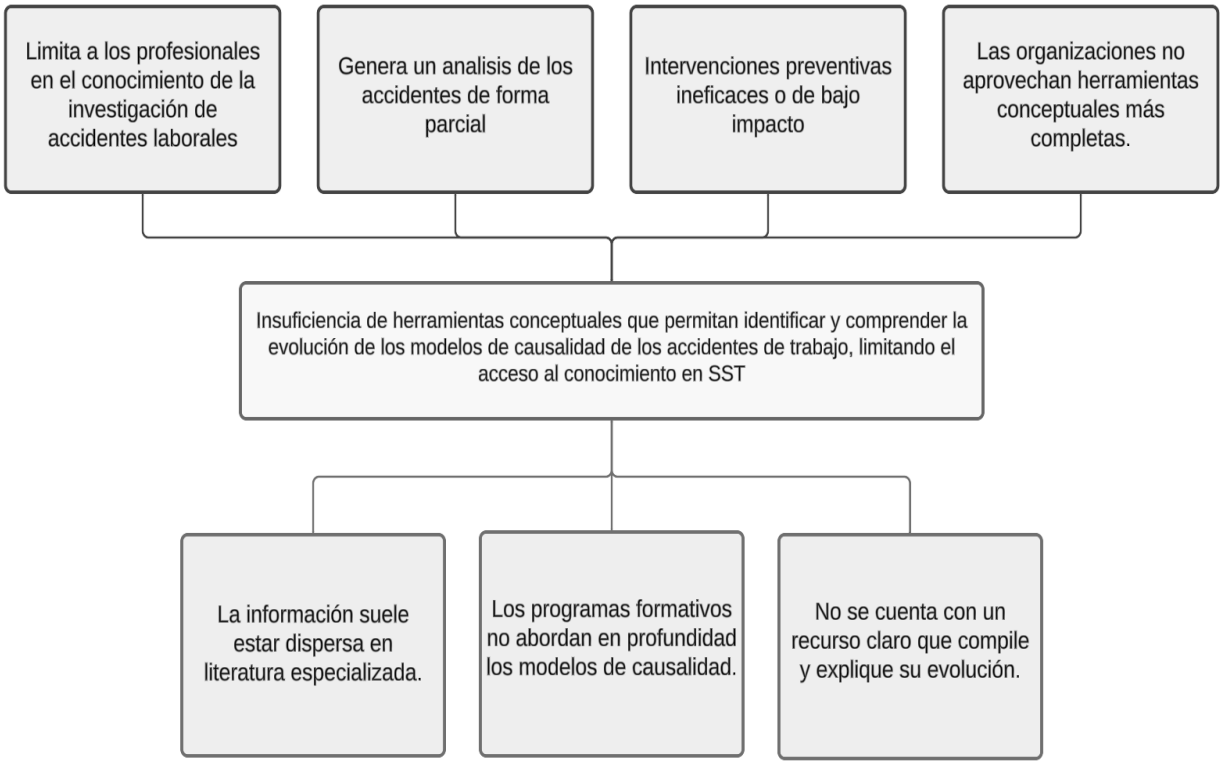
3. Problema

3.1. Árbol de problema

A continuación, se presenta el estudio de los factores que influyen en la comprensión de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo y los efectos que esto genera en el acceso al conocimiento de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Figura 1.

Árbol de problema relacionado con la comprensión y acceso al conocimiento sobre los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.



3.2. Descripción del Problema

Los accidentes de trabajo constituyen uno de los fenómenos más estudiados dentro del campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo, no solo por sus consecuencias humanas y económicas, sino también por la complejidad que representa comprender cómo y por qué ocurren. A lo largo del tiempo, los modelos teóricos que explican la causalidad de estos eventos han experimentado transformaciones profundas, pasando de enfoques lineales y simplificados hacia perspectivas sistémicas que reconocen la naturaleza multicausal y compleja de los accidentes laborales.

En sus inicios, los accidentes eran interpretados principalmente como el resultado de errores individuales o actos inseguros, perspectiva que redujo el análisis a la búsqueda de un culpable o de una causa única. Posteriormente, modelos como la teoría del dominó de Heinrich introdujeron una lógica secuencial, y más adelante, los enfoques epidemiológicos y sistémicos como el modelo de Reason, AcciMap y STAMP ampliaron la comprensión hacia las condiciones latentes, las fallas organizacionales y las interacciones entre componentes del sistema sociotécnico.

A pesar de la relevancia de esta evolución conceptual, existe una brecha importante en los procesos de formación en seguridad y salud en el trabajo, de ahora en adelante S.S.T., es posible que los modelos de causalidad no hagan parte del pensum académico habitual, lo que limita la capacidad de los futuros profesionales para investigar accidentes con rigor metodológico y diseñar estrategias preventivas adecuadas a la complejidad de los entornos laborales actuales. Esta carencia dificulta el acceso al conocimiento sobre las herramientas conceptuales necesarias para comprender el fenómeno accidental en toda su dimensión.

Adicionalmente, la dispersión de la literatura especializada y la poca profundización que organice de forma sistemática y accesible la evolución de estos modelos representan una barrera para quienes buscan profundizar en el tema. Esto se traduce en investigaciones de accidentes que pueden resultar superficiales, con acciones correctivas orientadas a síntomas y no a causas estructurales, perpetuando los riesgos en el lugar de trabajo.

3.3. Formulación o Pregunta Problema

Frente a este panorama, surge la necesidad de plantearse la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué herramientas conceptuales permiten identificar la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo para mejorar la comprensión del fenómeno accidental y facilitar el acceso al conocimiento en Seguridad y Salud en el Trabajo?

3.4. Hipótesis

Hipótesis Alterna

La identificación de la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo contribuye a mejorar la comprensión del fenómeno accidental y brinda herramientas conceptuales que faciliten el estudio de las investigaciones de accidentes de trabajo.

Hipótesis Nula

La identificación de la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo no contribuye a mejorar la compresión del fenómeno accidental ni brinda herramientas conceptuales que faciliten el estudio de las investigaciones de accidentes de trabajo.

4.Objetivos

4.1. Objetivo General

Identificar la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo, con el fin de fortalecer la comprensión del fenómeno accidental y aportar una herramienta conceptual que facilite el estudio y la investigación de los accidentes en diferentes contextos organizacionales.

4.2. Objetivos Específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de literatura de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.
- Caracterizar los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.
- Realizar un análisis comparativo de la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

5. Marcos de Referencia

5.1. Estado del Arte

El análisis de la causalidad de los accidentes de trabajo ha evolucionado conforme se ha transformado la comprensión de la seguridad y la complejidad de los sistemas productivos. Inicialmente, las explicaciones se centraban en modelos lineales que atribuían el origen del accidente a una secuencia directa de eventos. No obstante, con el desarrollo de la teoría de sistemas y la gestión del riesgo, esta visión comenzó a ampliarse hacia enfoques más integrales.

En esta línea, Botta (2010) aborda el accidente de trabajo desde una perspectiva sistémica y multicausal, señalando que estos eventos no son hechos fortuitos ni resultado exclusivo del error humano, sino consecuencias no deseadas del funcionamiento del sistema hombre–máquina–medio. Su propuesta enfatiza la necesidad de analizar los peligros, diferenciar entre accidente e incidente y fortalecer la prevención a partir del aprendizaje organizacional, consolidando así una visión más preventiva y estructural de la seguridad.

Posteriormente, Leveson (2011) propone un enfoque basado en el pensamiento sistémico para comprender los accidentes en sistemas sociotécnicos complejos. A través del modelo STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes), la autora plantea que los accidentes no deben entenderse únicamente como una cadena de fallas o errores individuales, sino como el resultado de deficiencias en los procesos de control y en las interacciones entre los distintos componentes del sistema. Este planteamiento representa un cambio importante, ya que desplaza el análisis desde relaciones lineales de causa–efecto hacia la comprensión de cómo las estructuras organizacionales, los procesos de control y la interacción entre los diferentes niveles del sistema pueden influir en la ocurrencia de eventos no deseados.

Complementando este enfoque, Arévalo (2016) desarrolla una revisión detallada de las metodologías y técnicas analíticas para la investigación de accidentes, destacando la evolución desde modelos secuenciales hacia enfoques epidemiológicos y sistémicos. El autor señala que herramientas como el Análisis Gráfico de Sucesos y Factores Causales (ECFCA), aunque representan un avance frente a los modelos tradicionales, mantienen ciertas limitaciones al conservar estructuras predominantemente lineales que pueden resultar insuficientes en entornos sociotécnicos complejos.

En esta misma dirección, Clerici (2017) amplía la discusión al describir modelos sistémicos aplicados a la investigación de accidentes en contextos de alta complejidad, como el ámbito marítimo. A través del análisis de herramientas como HFACS, AcciMap y STAMP, el autor evidencia que los accidentes deben entenderse como el resultado de interacciones dinámicas entre factores técnicos, humanos y organizacionales, reforzando la necesidad de abandonar explicaciones simplistas basadas únicamente en relaciones lineales de causa–efecto.

En coherencia con esta necesidad de actualización metodológica, Balcázar (2021) propone el rediseño de la metodología ECFCA integrando elementos de la filosofía Safety II. Su investigación parte del reconocimiento de que los sistemas actuales generan eventos multicausales que no siempre responden a una secuencia lineal. Como resultado, desarrolla la metodología ECFCA PLUS, incorporando una visión más sistémica que incluye el análisis de condiciones, barreras y la variabilidad del desempeño.

En conjunto, los estudios revisados permiten observar una transición conceptual desde enfoques centrados en el error humano hacia modelos sistémicos que reconocen la naturaleza compleja y multicausal de los accidentes de trabajo. Esta evolución teórica fundamenta la pertinencia de la presente monografía, cuyo propósito es identificar de manera estructurada dicho

proceso evolutivo, con el fin de comprender cómo se ha transformado la explicación de la ocurrencia de los accidentes en el campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Marco Legal

El estudio de los accidentes de trabajo y la investigación de sus causas se encuentra respaldado en Colombia por un conjunto de disposiciones legales que conforman el marco normativo del Sistema General de Riesgos Laborales. Estas normas establecen lineamientos para la prevención, gestión e investigación de los accidentes de trabajo, así como las responsabilidades de empleadores, trabajadores y entidades del sistema, con el propósito de proteger la salud y la vida de los trabajadores.

En primer lugar, la Constitución Política de Colombia reconoce el trabajo como un derecho fundamental que debe desarrollarse en condiciones dignas y justas. En su artículo 25 se establece que el trabajo goza de la especial protección del Estado, mientras que el artículo 49 señala que la atención de la salud es un servicio público a cargo del Estado. Estas disposiciones constituyen el fundamento jurídico para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores en el entorno laboral (Constitución Política de Colombia [C.P.], 1991, arts. 25 y 49).

El Decreto Ley 1295 de 1994 establece la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales, hoy denominado Sistema General de Riesgos Laborales. Esta norma define las responsabilidades de los empleadores en materia de prevención de riesgos laborales y establece mecanismos para la protección de los trabajadores frente a accidentes de trabajo (Decreto Ley 1295, 1994).

La Ley 1562 de 2012 modifica el sistema de riesgos laborales e introduce el concepto de Seguridad y Salud en el Trabajo en reemplazo del término salud ocupacional. Esta ley define el

accidente de trabajo como todo suceso repentino que sobreviene por causa o con ocasión del trabajo y que produce una lesión orgánica, perturbación funcional, invalidez o muerte del trabajador. Además, fortalece las acciones de promoción y prevención dentro de las organizaciones, con el objetivo de reducir la ocurrencia de accidentes y enfermedades laborales (Ley 1562, 2012).

En relación con la investigación de los accidentes laborales la Resolución 1401 de 2007 establece el procedimiento que deben seguir las empresas para investigar incidentes y accidentes de trabajo. Esta norma tiene como finalidad identificar las causas que originaron los eventos y adoptar medidas correctivas y preventivas que permitan evitar su repetición. Asimismo, promueve el análisis sistemático de los factores que intervienen en la ocurrencia de los accidentes, lo cual resulta fundamental para comprender la causalidad de estos eventos dentro de los sistemas de trabajo (Ministerio de la Protección Social, Resolución 1401 de 2007).

El Decreto 1072 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo, compila la normativa laboral existente e incorpora los lineamientos para la implementación del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST). Este sistema se basa en el ciclo de mejora continua y busca gestionar de manera sistemática los riesgos laborales mediante la identificación de peligros, la evaluación y control de riesgos y la implementación de medidas de prevención (Decreto 1072, 2015).

La Resolución 0312 de 2019 establece los estándares mínimos del Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, los cuales deben ser cumplidos por todas las empresas y organizaciones en Colombia. Estos estándares incluyen aspectos relacionados con la gestión del riesgo, la capacitación de los trabajadores, la identificación de peligros y la investigación de

incidentes y accidentes de trabajo, con el fin de fortalecer la prevención dentro de las organizaciones (Ministerio del Trabajo, Resolución 0312 de 2019).

Este marco normativo proporciona las bases legales que orientan la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en Colombia, así como los procesos de prevención e investigación de accidentes laborales. En este contexto, el análisis de los modelos de causalidad de los accidentes de trabajo desarrollado en la presente monografía se fundamenta en estas disposiciones legales, las cuales promueven la comprensión de los factores que intervienen en la ocurrencia de los accidentes y el fortalecimiento de las estrategias de prevención dentro de los diferentes contextos organizacionales.

5.2. Marco Conceptual y Teórico

Accidente De Trabajo

El accidente de trabajo constituye uno de los eventos más relevantes dentro del campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo, debido a las consecuencias que puede generar tanto para el trabajador como para las organizaciones (Ley 1562 de 2012). La comprensión de este concepto permite identificar los eventos que deben ser analizados e investigados con el fin de implementar medidas de prevención (Resolución 1401 de 2007).

De acuerdo con la Ley 1562 de 2012, el accidente de trabajo se define como:

“Todo suceso repentino que sobrevenga por causa o con ocasión del trabajo y que produzca en el trabajador una lesión orgánica, una perturbación funcional o psiquiátrica, una invalidez o la muerte” (Ley 1562 de 2012, art. 3).

Esta definición también contempla los accidentes ocurridos durante la ejecución de órdenes del empleador o durante el traslado del trabajador desde su residencia al lugar de trabajo cuando el transporte es suministrado por el empleador.

Incidente de Trabajo

El incidente de trabajo corresponde a un evento relacionado con el trabajo que no genera lesiones en las personas, pero que tiene el potencial de producir un accidente.

Según la Resolución 1401 de 2007, un incidente es un suceso ocurrido en el curso del trabajo o en relación con este, que tuvo el potencial de ser un accidente, en el cual no se produjeron lesiones en las personas ni daños materiales significativos (Resolución 1401 de 2007, art. 3). El análisis de estos eventos es importante porque permite identificar condiciones de riesgo antes de que se materialicen en accidentes laborales (Resolución 1401 de 2007, art. 2).

Investigación de Accidentes de Trabajo

La investigación de accidentes es un proceso fundamental dentro de la gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, ya que permite identificar las causas que originaron un evento adverso y establecer medidas correctivas y preventivas.

La Resolución 1401 de 2007 establece que la investigación de incidentes y accidentes de trabajo corresponde a un proceso sistemático orientado a determinar las causas que generaron el evento, con el fin de implementar acciones que eviten su repetición (Resolución 1401 de 2007, art. 3). Este proceso implica analizar las circunstancias en las que ocurrió el evento, identificar los factores que intervinieron y proponer acciones de mejora en el sistema de gestión (Resolución 1401 de 2007, arts. 2, 3 y 9).

Seguridad y Salud en el Trabajo

La Seguridad y Salud en el Trabajo S.S.T es una disciplina orientada a prevenir lesiones y enfermedades laborales, así como a promover condiciones de trabajo seguras y saludables.

De acuerdo con la Ley 1562 de 2012, la Seguridad y Salud en el Trabajo se define como la disciplina encargada de la prevención de las lesiones y enfermedades causadas por las condiciones de trabajo, mediante la identificación, evaluación y control de los riesgos presentes en el ambiente laboral (Ley 1562 de 2012, art. 1).

Su propósito principal es proteger la salud de los trabajadores y mejorar las condiciones laborales dentro de las organizaciones.

Causas de los Accidentes de Trabajo

La identificación de las causas de los accidentes es un elemento fundamental para comprender cómo ocurren estos eventos y evitar su repetición.

La Resolución 1401 de 2007 establece que las causas de los accidentes se clasifican en causas inmediatas y causas básicas. Las causas inmediatas corresponden a las circunstancias que se presentan justo antes del accidente, mientras que las causas básicas están relacionadas con factores organizacionales o del sistema de gestión que influyen en la ocurrencia del evento (Resolución 1401 de 2007, art. 3).

Actos Inseguros

Los actos inseguros corresponden a comportamientos o acciones realizadas por los trabajadores que pueden aumentar la probabilidad de que ocurra un accidente de trabajo. Estos

comportamientos pueden incluir el incumplimiento de procedimientos de seguridad, el uso inadecuado de equipos o la realización de tareas sin las medidas de protección necesarias.

Los actos inseguros se consideran una de las principales causas inmediatas de los accidentes laborales y suelen estar asociados con factores como la falta de capacitación, el desconocimiento de los riesgos o la ausencia de controles adecuados en el lugar de trabajo.

Condiciones Inseguras

Las condiciones inseguras corresponden a situaciones presentes en el entorno laboral que pueden generar un riesgo para los trabajadores. Estas condiciones pueden estar relacionadas con el estado de las instalaciones, los equipos de trabajo, la iluminación, el orden y la limpieza o la presencia de agentes físicos, químicos o biológicos.

Las condiciones inseguras, junto con los actos inseguros, constituyen factores importantes dentro del análisis de las causas inmediatas de los accidentes de trabajo.

6. Metodología

6.1. Enfoque y Alcance de la Investigación

El presente trabajo se desarrolla bajo un enfoque cualitativo, dado que su propósito fue identificar, describir y analizar la evolución de los principales modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo a partir de la información proveniente de fuentes académicas y científicas especializadas en el campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Lo anterior con el fin de construir una visión estructurada sobre su desarrollo teórico.

En coherencia con lo anterior, el alcance de la investigación fue de tipo descriptivo - analítico, debido a que se buscó caracterizar los principales modelos de causalidad existentes en la literatura, así como determinar los cambios conceptuales que han marcado su evolución.

6.2 Tipo de Investigación

El trabajo implica una investigación bibliográfica basada en la recopilación y análisis de información proveniente de libros, tesis, documentos académicos y normativa relacionada con la Seguridad y Salud en el Trabajo.

Este tipo de investigación hace posible el cumplimiento de los objetivos planteados, ya que el análisis consistió en la revisión y sistematización de los aportes teóricos desarrollados por los autores en relación con los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

6.3. Población y Muestreo

Puesto que la investigación fue de carácter documental, la unidad de análisis ésta conformada por la bibliografía vinculada a los modelos de causalidad de la forma como ocurren

los accidentes de trabajo, incluyendo libros, investigaciones académicas y documentos técnicos publicados en el campo de la Seguridad y Salud en el Trabajo.

La selección de los documentos se realiza mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando aquellos documentos que cumplen con los siguientes criterios:

- Documentos publicados en español o inglés relacionados directamente con los modelos de causalidad de accidentes en el trabajo.
- Textos que abordaran de forma explícita al menos uno de los modelos de causalidad identificados en la literatura: secuenciales, epidemiológicos o sistémicos.
- Documentos disponibles en bases de datos académicas como Google Scholar, repositorios universitarios y plataformas de acceso abierto.
- Publicaciones con respaldo académico o institucional verificable.

Entre los documentos seleccionados se incluyen autores y enfoques relevantes en el análisis de la causalidad de los accidentes laborales, con el fin de identificar los principales cambios conceptuales que han marcado la evolución de estos modelos.

6.4. Instrumentos de Recolección de la Información

Para la recolección de la información se implementa la revisión documental y bibliográfica, mediante la búsqueda sistemática, lectura, análisis y síntesis de los documentos seleccionados. Para organizar y sistematizar la información extraída de cada fuente, se emplea una tabla de síntesis bibliográfica, en la cual se registraron los datos de identificación del documento (título, año de publicación, autor), los principales planteamientos teóricos y los aportes identificados para la investigación.

Adicionalmente, se construye una matriz de caracterización de la información que permitió comparar y contrastar los diferentes modelos de causalidad identificados en la literatura, facilitando la identificación de similitudes, diferencias, avances conceptuales y tendencias en la evolución del campo. Este instrumento resulta fundamental para alcanzar el objetivo específico de la monografía, relacionado con la determinación de los principales cambios en la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

6.5. Diseño de la investigación con base en los objetivos del estudio.

El proceso investigativo se estructura en las siguientes etapas secuenciales, diseñadas en correspondencia con los objetivos específicos planteados:

Etapa 1. Revisión bibliográfica de literatura y selección y clasificación de documentos.

Se plantea realizar una búsqueda en fuentes académicas especializadas, aplicando los criterios de selección definidos. Los documentos seleccionados serán registrados en fichas bibliográficas con sus datos de indentificación, planteamientos teóricos y tipo de modelo abordado.

Etapa 2. Caracterización de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

A partir de los documentos seleccionados en la etapa anterior, se analizarán los fundamentos conceptuales, supuestos teóricos y alcances de cada modelo. La información será organizada en una matriz de caracterización que servirá como insumo para la siguiente etapa.

Etapa 3. Análisis comparativo de la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

En esta etapa se llevará a cabo un análisis comparativo de los modelos de causalidad identificados, con el fin de examinar sus similitudes, diferencias y evolución en términos conceptuales, teóricos y metodológicos.

7. Resultados y análisis

A continuación, se presentan y analizan los resultados de acuerdo con los objetivos planteados del presente trabajo:

Etapa 1. Revisión bibliográfica de literatura y selección y clasificación de documentos.

Se realizó una búsqueda de información en diferentes fuentes académicas y bibliográficas relacionadas con los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo, con el fin de identificar, recopilar y organizar los documentos relevantes para la constitución del corpus documental del estudio. Dentro de las principales obras contribuyentes a la revisión bibliográfica de los modelos de causalidad de los accidentes de trabajo podemos mencionar: Arévalo, C. (2016) con su obra "Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo"; Botta, N. (2010) "Los accidentes de trabajo"; Balcázar, D. (2021) "Rediseño de la metodología de investigación de incidentes del trabajo: análisis gráfico de sucesos y factores causales"; Clerici, B. (2017) "Modelos sistémicos en la seguridad marítima" y Leveson, N. (2011) con el libro "Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety".

La información detallada se puede consultar en el Anexo A "Revisión bibliográfica de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo".

Los documentos recopilados durante esta etapa fueron sometidos a un proceso de revisión y selección, aplicando los criterios de inclusión definidos, priorizando documentos que abordan de forma directa y detallada los modelos de causalidad de los accidentes de trabajo, garantizando la pertinencia, calidad y representatividad del material analizado. Asimismo, cada documento fue registrado en la **Tabla 1**, en la que se consignan sus datos de identificación (título, año, autor,

fuente), principales planteamientos teóricos, el tipo de modelo de causalidad abordado. En el Anexo B “Fichas Bibliográficas”, se encuentra información complementaria respecto a la bibliografía consultada.

Tabla 1

Síntesis de la revisión bibliográfica

Título del documento	Año de publicación	Autor (es)	Tipo de documento	Planteamiento principal	Aportes identificados para la investigación
Rediseño de la metodología de investigación de incidentes del trabajo "Análisis Gráfico de Sucesos y Factores Causales"	2021	Daniela Andrea Balcazar Ramírez	Tesis	Propone el rediseño de la metodología ECFCA incorporando elementos de la filosofía Safety II, con el objetivo de superar las limitaciones de los modelos lineales y epidemiológicos frente a sistemas sociotécnicos complejos.	Evidencia la transición hacia modelos más integradores y aporta la metodología ECFCA PLUS como resultado del rediseño, incorporando análisis sistémico, la caracterización de condiciones y el estudio de barreras.

Tabla 1. (Continuación)

Título del documento	Año de publicación	Autor (es)	Tipo de documento	Planteamiento principal	Aportes identificados para la investigación
Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety	2011	Nancy Leveson	Libro	Propone el modelo STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes), basado en la teoría de sistemas. Plantea que los accidentes resultan de deficiencias en los mecanismos de control y en las restricciones de seguridad dentro del sistema, desafiando los enfoques tradicionales de causalidad lineal.	Introduce el enfoque sistémico como alternativa a los modelos lineales, presentando herramientas derivadas del modelo como STPA (identificación de peligros en diseño) y CAST (análisis de accidentes ocurridos).

Tabla 1. (Continuación)

Título del documento	Año de publicación	Autor (es)	Tipo de documento	Planteamiento principal	Aportes identificados para la investigación
Los Accidentes de Trabajo	2010	Ing. Nestor Adolfo Botta	Libro	Desarrolla un análisis del accidente de trabajo desde una perspectiva sistémica y multicausal. Plantea que los accidentes no son hechos fortuitos ni producto del error humano exclusivamente, sino consecuencias no deseadas del funcionamiento del sistema hombre, máquina, medio.	Fundamenta la visión preventiva y organizacional de la seguridad, enfatizando la necesidad de analizar los peligros y diferenciar entre accidente e incidente para fortalecer el aprendizaje organizacional.

Tabla 1. (Continuación)

Título del documento	Año de publicación	Autor (es)	Tipo de documento	Planteamiento principal	Aportes identificados para la investigación
Modelos Sistémicos en la Seguridad Marítima	2017	Bruno Ponisio Clerici	Tesis de grado	Describe los modelos sistémicos para la investigación de accidentes, analizando modelos convencionales y sistémicos como HFACS, AcciMap y STAMP, aplicados a contextos de alta complejidad como la seguridad marítima.	Aporta la comprensión cronológica de la evolución de los modelos causales y evidencia que los accidentes deben entenderse como el resultado de interacciones dinámicas entre factores técnicos, humanos y organizacionales.

Tabla 1. (Continuación)

Título del documento	Año de publicación	Autor (es)	Tipo de documento	Planteamiento principal	Aportes identificados para la investigación
Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo.	2016	Carlos Arévalo Sarrat	Libro	Presenta una revisión de la evolución de los modelos de causalidad de los accidentes de trabajo; secuenciales, epidemiológicos y sistémicos. Además, describe las principales técnicas analíticas asociadas a cada modelo.	Proporciona la base conceptual y la clasificación de modelos y técnicas analíticas utilizada en el presente estudio. Describe ventajas y limitaciones de cada técnica.

Nota. La revisión bibliográfica sistematizada en la Tabla 1 permitió identificar los tres modelos de causalidad: secuenciales, epidemiológicos y sistémicos. Además, los documentos seleccionados han aportado tanto los fundamentos conceptuales del campo como evidencia de su evolución reciente, constituyendo la base teórica sólida sobre la cual se desarrollarán las etapas posteriores del estudio.

Etapa 2. Caracterización de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

Con el objetivo de caracterizar los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo se presenta la **Tabla 2,** en la cual se registraron las características de cada modelo, facilitando su comparación y el contraste entre ellos. Este instrumento constituyó la base para el análisis desarrollado en la etapa siguiente.

Tabla 2

Caracterización de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo

Modelo	Periodo de aparición	Representantes y técnicas analíticas	Enfoque causal	Características principales	Limitaciones identificadas
Secuencial	1930s -1970s	Heinrich (1931); Bird & Germain (1969). Técnicas: Árbol de causas, Diagrama de Ishikawa (Espina de pescado), Control de pérdidas (SCAT)	Lineal. El accidente es el resultado de una secuencia encadenada de fallos (efecto dominó). Las causas se centran principalmente en el error humano.	Representa el accidente como una cadena de sucesos secuenciales. Identifica causas inmediatas y básicas. Atribuye el 88% de los accidentes al factor humano (Heinrich). Ampliamente usado en Colombia por las ARL.	No considera factores organizacionales ni sistémicos. Visión simplificada de la causalidad. Dificultad para integrar la complejidad del factor humano en toda su dimensión.

Tabla 2. (Continuación)

Modelo	Periodo de aparición	Representantes y técnicas analíticas	Enfoque causal	Características principales	Limitaciones identificadas
Epidemiológico	1980s - 2000s	Reason (1990), Modelo del queso suizo. Técnicas: ECFCA (Análisis gráfico de sucesos y factores causales), Análisis de barreras, MORT, RCA, Análisis de cambios.	Multicausal. Analiza la contribución organizacional; el error humano se concibe como efecto, no como causa raíz. Incorpora condiciones latentes y barreras en diferentes niveles	. Incorpora condiciones latentes y barreras organizacionales. Reconoce desviaciones del rendimiento esperado como precursoras. Dirige el análisis aguas arriba del evento. Incluye factores en niveles operativo, de supervisión y gestión	No logra explicar el origen profundo de las condiciones latentes. No analiza el evento como un todo sistémico. Carácter reactivo. Limitaciones en escenarios con causas concurrentes o sistemas de alta complejidad.

Tabla 2. (Continuación)

Modelo	Periodo de aparición	Representantes y técnicas analíticas	Enfoque causal	Características principales	Limitaciones identificadas
Sistémico	2000s	Leveson (2011) – STAMP; Hollnagel (2004-2012) – FRAM. Técnicas: STAMP/CAST, FRAM, TRIPOD BETA, STEP, HFACS, AcciMap, ECFCA PLUS	Complejo y holístico. El accidente es producto de interacciones no lineales entre componentes humanos, técnicos y organizacionales. Incorpora principios de Safety II y la variabilidad del rendimiento.	Analiza las interacciones entre todos los componentes del sistema. Incorpora mecanismos de control y restricciones de seguridad. Permite análisis prospectivo y retrospectivo. Adecuado para sistemas dinámicos y complejos.	Alta complejidad de aplicación. Requiere mayor tiempo, recursos y formación especializada. Implementación en sectores no industriales aún en desarrollo. Menor difusión en el contexto colombiano de las ARL.

Nota. Los tres modelos de causalidad comparten el propósito de explicar los accidentes de trabajo para orientar su prevención y coinciden en el uso de representaciones gráficas. No obstante, difieren en su concepción de la causalidad: el modelo secuencial plantea una cadena lineal orientada a identificar una causa raíz, generalmente de origen humano; el modelo epidemiológico incorpora condiciones latentes organizacionales y el funcionamiento de las barreras de defensa; mientras que el modelo sistémico entiende el accidente como un resultado emergente de la variabilidad normal en un sistema sociotécnico.

Etapa 3. Análisis comparativo de la evolución de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo.

Con el fin de realizar un análisis comparativo de los modelos de causalidad identificados, orientado a examinar sus similitudes, diferencias y evolución en términos conceptuales, teóricos y metodológicos, se presenta la **Tabla 3.** Esta tabla comparativa analisa los modelos secuenciales, epidemiológicos y sistémicos a partir de diferentes criterios de evaluación: el criterio de cambio conceptual hace referencia a la evolución de la comprensión de la causalidad de los accidentes y al enfoque predominante de cada modelo; la forma de investigación describe la manera en que se desarrolla el proceso investigativo y el tipo de análisis aplicado para identificar las causas del accidente; la presentación de resultados corresponde a la forma en que los hallazgos son representados y comunicados; las principales industrias de uso indican los sectores donde los modelos son implementados con mayor frecuencia; mientras que las ventajas y limitaciones permiten identificar los principales aportes, alcances y restricciones de cada enfoque en el análisis e investigación de accidentes en el trabajo.

Tabla 3

Matriz comparativa de los modelos de causalidad de la forma como ocurren accidentes en el trabajo.

Criterio	Modelos Secuenciales	Modelo Epidemiológicos	Modelos Sistemáticos
Cambio conceptual	Punto de partida: el accidente se explica por una cadena lineal de eventos donde el error humano es la causa principal. No existe modelo previo de referencia; constituyen la base histórica de la investigación de accidentes.	Superan la visión lineal al incorporar las condiciones latentes organizacionales como causa del error humano. El trabajador deja de ser el responsable principal: la organización y sus barreras fallidas pasan al centro del análisis.	Abandonan el concepto de causa raíz. El accidente ya no es un fallo, sino una propiedad emergente del sistema. Se pasa de Safety I (evitar lo que sale mal) hacia Safety II (entender la variabilidad normal del sistema para garantizar que las cosas salgan bien).
Forma de investigación	Reactiva y cronológica. Reconstrucción del evento mediante testimonios, inspecciones y documentos. Avance regresivo (de efectos a causas).	Combina reconstrucción cronológica con análisis de factores organizacionales y barreras del sistema. Parte de actos subestándar y profundiza hacia condiciones latentes en múltiples niveles del sistema.	Abandona la lógica lineal causa efecto. Analiza el accidente como propiedad emergente del sistema sociotécnico. No busca culpables ni causa raíz sino comprender como el sistema permitió el accidente.

Tabla 3 (Continuación)

Criterio	Modelos Secuenciales	Modelo Epidemiológicos	Modelos Sistemáticos
Presentación de Resultados	Diagramas gráficos tipo árbol (árbol de causas, árbol de fallos) o espinas de pescado (Ishikawa). SCAT: formatos tabulares con causas inmediatas y básicas. Simple y de fácil comprensión.	Representación gráfica: línea de tiempo visual (ECFCA) con eventos, factores causales y condiciones. Matrices de barreras. Permite visualizar múltiples líneas causales y niveles organizacionales.	Modelos visuales complejos: mapas de control jerárquico (STAMP/CAST), diagramas de resonancia funcional (FRAM), matrices multilineales (STEP). Muestra relaciones bidireccionales y retroalimentaciones
Principales Industrias de Uso	Construcción, manufactura, minería artesanal, agroindustria y pequeñas/medianas empresas. Ampliamente usados en el sistema de riesgos laborales colombiano por exigencia de las ARL.	Salud, industria química, transporte, construcción de mediana complejidad y empresas con sistemas de gestión SST consolidados. Usados en investigaciones exigidas por el Ministerio de Trabajo.	Industria aeroespacial, nuclear, marítima, ferroviaria y defensa. En Colombia su uso se encuentra en fase de desarrollo, principalmente en sectores de alto riesgo tecnológico.

Tabla 3 (Continuación)

Criterio	Modelos Secuenciales	Modelo Epidemiológicos	Modelos Sistemáticos
Ventajas	Simples, de rápida aplicación y bajo costo. Ampliamente aceptados por las ARL. Permiten comunicar resultados a personal no especializado.	Amplían el análisis hacia factores organizacionales y condiciones latentes. Reconocen el error humano como efecto del sistema, no como causa.	Enfoque más amplio, extenso, incluye muchos elementos. Permiten análisis tanto retrospectivo como prospectivo. Superan la visión de comportamiento seguro - inseguro de los modelos anteriores.
Limitaciones	Visión simplificada de la causalidad. Al centrarse en el error humano individual y causa raíz única, omiten factores organizacionales, de gestión y culturales. Favorecen la recurrencia de eventos similares.	No explican el origen profundo de las condiciones latentes. Fundamentalmente reactivos: no disponen de herramientas sólidas para análisis prospectivo. El concepto de 'causa raíz' puede continuar limitando la comprensión de la multicausalidad.	Alta complejidad de aplicación. Mayor inversión en tiempo, recursos y formación especializada. FRAM y STAMP requieren elaborar modelos previos del sistema. En Colombia, su difusión es limitada fuera de industrias de alto riesgo.

Nota. Los tres modelos de causalidad presentados son complementarios y no excluyentes. La elección del modelo más adecuado dependerá de la complejidad del sistema organizacional, los recursos disponibles y los objetivos de la investigación. Un profesional de Seguridad y Salud en el Trabajo que comprenda las características de cada enfoque estará en mejor capacidad de seleccionar la herramienta que más se ajuste al contexto del accidente que investiga (Arévalo, 2016).

7.1. Conclusiones

- La revisión y análisis bibliográfico realizado permitió identificar y organizar sistemáticamente los principales modelos de causalidad de los accidentes de trabajo, abarcando desde los enfoques secuenciales hasta los epidemiológicos, que incorporan las condiciones latentes organizacionales, y los sistémicos, que conciben el accidente como una propiedad emergente de sistemas sociotécnicos complejos. Este proceso documental pretendió construir la base conceptual que permitió caracterizar y comparar cada modelo de manera rigurosa. Dentro de las fuentes consultadas, los documentos que concentran la mayor parte de la información sobre la evolución de estos modelos son el libro “Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo” de Carlos Arévalo (2016) y el libro “Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety” de Nancy Leveson (2011), complementados por la tesis de Balcázar (2021) y el trabajo de Clerici (2017).
- La caracterización realizada evidenció que, aunque los modelos secuenciales, epidemiológicos y sistémicos comparten el propósito de explicar los accidentes de trabajo para orientar su prevención, presentan diferencias importantes en la manera de comprender la causalidad. Los modelos secuenciales mantienen una visión lineal centrada en el error humano; los epidemiológicos incorporan las condiciones latentes y las barreras organizacionales; mientras que los sistémicos analizan las interacciones entre factores humanos, técnicos y organizacionales dentro de sistemas complejos. De igual manera, se identificó que la evolución de estos enfoques ha permitido ampliar progresivamente la comprensión del fenómeno accidental

- Finalmente, el análisis comparativo desarrollado evidencia que los tres grupos de modelos no son excluyentes sino complementarios. Cada uno ofrece un aporte diferencial según la naturaleza y complejidad del evento investigado. En consecuencia, la elección del modelo más adecuado dependerá del sistema organizacional, los recursos disponibles y los objetivos de la investigación.
- En este sentido, los resultados de la presente monografía permiten identificar los modelos de la forma como ocurren los accidentes laborales potencializando el conocimiento para los estudiantes, contribuyendo a mejorar la comprensión del fenómeno accidental y proporcionando herramientas conceptuales que facilitan su estudio en diferentes contextos organizacionales.

7.2. Recomendaciones

- Desarrollar una cartilla o guía de consulta rápida que sintetice las características, ventajas, limitaciones y criterios de selección de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes laborales analizados. Este material permitiría ampliar la difusión del conocimiento facilitando su consulta por parte de estudiantes, docentes y profesionales en ejercicio.
- Diseñar programas de formación o talleres prácticos dirigidos a profesionales SST en ejercicio, que les permitan desarrollar competencias en el uso de modelos epidemiológicos y sistémicos, promoviendo una cultura investigativa más integral y menos dependiente de los enfoques lineales.
- Actualizar la revisión bibliográfica para incorporar nuevos modelos y tendencias emergentes.

Referencias

Arévalo, C. (2016). *Metodología Y Técnicas Analíticas Para La Investigación De Accidentes De Trabajo.* Comunidad de Madrid, 122. http://www.madrid.org/bvirtual/BVCM015632.pdf

Botta, N. (2010). *Los Accidentes de Trabajo.* Editorial Red Proteger. ISBN 978-987-05-8208-3

Balcazar, D. (2021). *Rediseño de la metodología de investigación de incidentes del trabajo "análisis gráfico de sucesos y factores causales".* https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/b79aefdf-53f4-4328-bd9a-be68898974ef/content

Clerici, B. (2017). *Modelos Sistémicos en la Seguridad Marítima*. [Tesis de Grado Universidad Politècnica de Catalunya]. https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/111879/129846_MODELOS+SIST%C3%89MICOS+EN+LA+SEGURIDAD+MAR%C3%8DTIMA+.pdf?sequence=1

Constitución Política de Colombia [C.P.]. Arts. 25 y 49. 7 de julio de 1991 (Colombia).

Congreso de Colombia. (2012). *Ley 1562 de 2012. Por la cual se modifica el Sistema de Riesgos Laborales y se dictan otras disposiciones en materia de Salud Ocupacional*.

Leveson, N. (2011). *Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety.* http://sunnyday.mit.edu/safer-world.pdf

Ministerio de Gobierno de la República de Colombia. (1994). *Decreto Ley 1295 de 1994. Por el cual se determina la organización y administración del Sistema General de Riesgos Profesionales*.

Ministerio de la Protección Social. (2007). *Resolución 1401 de 2007. Por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo*.

Ministerio del Trabajo. (2015). *Decreto 1072 de 2015. Por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo*.

Ministerio del Trabajo. (2019). *Resolución 0312 de 2019. Por la cual se definen los estándares mínimos del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo SG-SST*.

ANEXO A. Revisión bibliográfica de los modelos de causalidad de la forma como ocurren los accidentes de trabajo

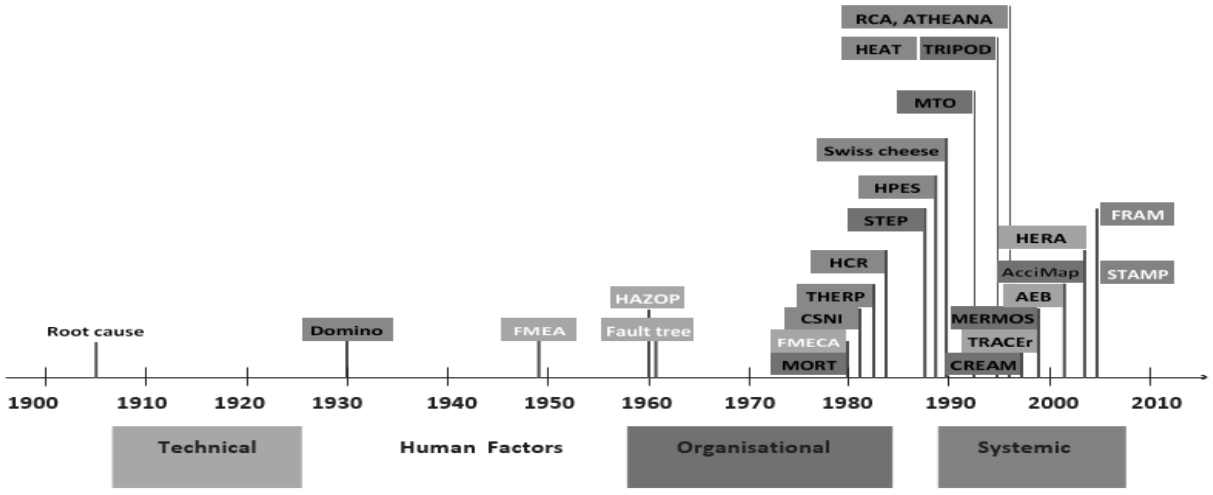
A través del tiempo, diferentes autores han desarrollado teorías para analizar los procesos que generan los accidentes de trabajo, de esta manera que dichas metodologías, cronológicamente, se clasifican en tres modelos: Modelos secuenciales, epidemiológicos y sistémicos.

Según Clerici, (2017) la aparición de estas metodologías en momentos puntuales no es fortuito, sino que surgen como consecuencia graves eventos (accidentes graves o catastróficos) que exponen las deficiencias en los métodos de investigación del momento. Una ilustración evidente este planteamiento, fue el accidente de la planta nuclear de Three Mile Island en el 1979 cuyo reactor sufrió una fusión parcial del núcleo y que provocó el nacimiento de gran parte de los modelos secuenciales, basados en la teoría de las fichas de dominó. (Heinrich, 1931).

A continuación, se presenta una figura que resumen los diferentes modelos causales de forma cronológica.

Figura 1

Cronología de la Investigación de Accidentes. (Eurocontrol, 2009)



Nota. En la figura se clasifican los modelos basados en eventos (secuenciales), como el árbol de Fallos, el efecto dominó, el árbol de Fallos y el árbol de eventos. Posteriormente modelos epidemiológicos, como el modelo del queso suizo basado en el análisis de barreras de Jason Reason y finalmente, métodos más recientes como FRAM, STAMP, que se agrupan en los modelos sistemáticos. (Clerici, 2017)

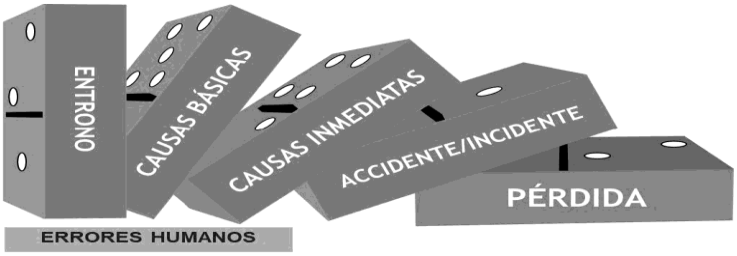
Modelos Secuenciales

Modelos basados en la teoría de las fichas de dominó de Heinrich (Heinrich, 1931). Según Arévalo (2016) este modelo adopta al accidente de trabajo con una cadena de sucesión de causas y efectos de forma secuencial en orden, que suele ser representada como una sucesión de piezas de dominó que en su caída tiran a las siguientes y terminan por generar la perdida. El método contempla que evitar la repetición de los eventos (Accidentes de trabajo) es necesario eliminar los factores causales.

Arévalo (2016) menciona en su obra «Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo»: “El creador de este modelo, Heinrich, centró las causas del accidente en la contribución de las personas (Heinrich cifró tal contribución en el 88% de los accidentes laborales) sin valorar la incidencia de factores de carácter organizativo o de gestión”. (p.26.)

Figura 2

Modelo teoría del dominó. (Arévalo, 2016)



Nota. El modelo postula cinco fichas de dominó con las causas del evento. Son falta de control, fallos de la persona, acto inseguro o mecánico o físico (condición insegura), accidentes y lesiones

No obstante, a partir del año 1970 se incursiono en otros modelos que incorporaron los factores organizativos, bajo la denominación de Modelos organizativos que se centran en analizar: El comportamiento antes del evento, la respuesta del comportamiento para evitar el error, factores personales, tales como exceso de confianza, falta de atención. (Clerici, 2017)

Finalmente, si bien los modelos secuenciales se constituyen en métodos primario y actualmente existen varias modelos con mayor integración e identificación de causas múltiples, es cierto que estos modelos son ampliamente usados en Colombia y tiene una gran aceptación en el gremio de las Administradoras de Riesgo Laborales (ARL), como lo son el árbol de fallos, árbol de eventos.

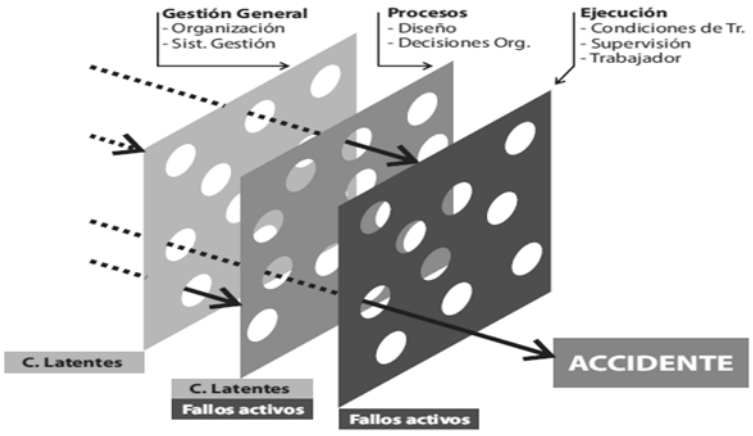
Modelos Epidemiológico

También conocidos como modelos de fallos latentes, consiste en un modelo de causa-efectos, lineal donde el accidente de trabajo es resultado de una combinación de fallas activas, como son los actos subestándares o inseguras y condiciones latentes, denominadas condiciones subestándar o inseguras; donde los eventos se previenen mediante el fortalecimiento de las barreras y defensas.

En su trabajo «Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo» Arévalo (2016) realiza una metáfora donde compara las afecciones del cuerpo con las condiciones latentes del modelo: “las condiciones latentes son como los patógenos en el cuerpo humano que permanecen latentes hasta que son activados por la acción insegura. Así, las insuficiencias de los sistemas (condiciones latentes) son las causas base del accidente que se ven activadas por actos inseguros”. (p.27.) Donde se insisten la interacción entre de condiciones latentes y fallos activos.

Figura 3

Modelo Epidemiológico REASON. Arévalo (2016)

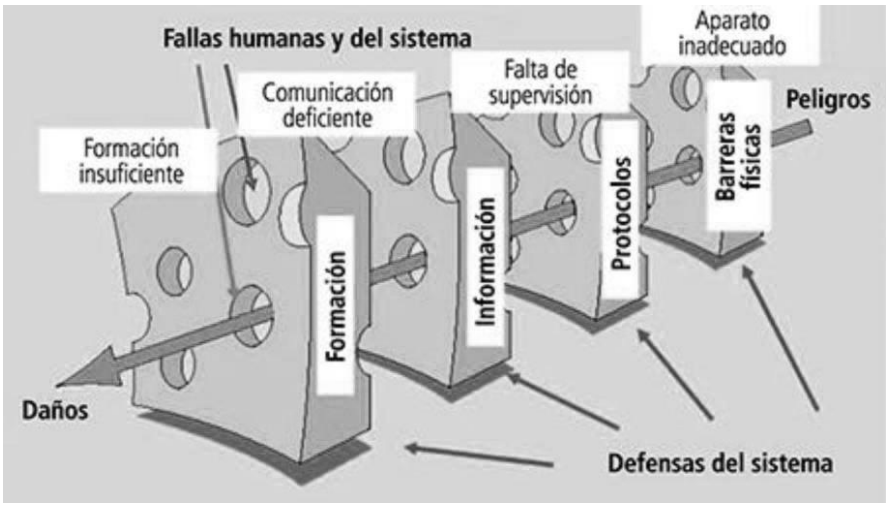


Nota. Los niveles pueden disponerse de varias formas y en órdenes distintos en función de las características del estudio y del accidente, pero habitualmente se suelen disponer los niveles más remotos al inicio y los eventos directos al final.

Un ejemplo, el modelo del epidemiológico es el modelo de Queso suizo, desarrollado por James Reason durante los años noventa. Donde se plantea que un accidente de trabajo se produce debido a la interconexión de fallos a través de los diferentes niveles de un sistema organizado (Reason, 1997)

Figura 4

Modelo del Queso Suizo. Lazo, Raúl. HSEC Seguridad Industrial. Modelo del Queso Suizo: combatiendo errores latentes.



Nota. El modelo epidemiológico permite al investigador pensar en términos distintos a las series causales, ofrece la posibilidad de detectar interacciones complejas y centra la atención en las cuestiones de organización y gestión.

En contraste con los modelos secuenciales, los modelos epidemiológicos se centran en los aportes de la organización en relación con las deficiencias y a valorar el error humano como un efecto, en lugar de una causa. A continuación, se presentan cuatro características principales de los modelos epidemiológicos que difieren de los modelos secuenciales:

Tabla 4

Características de los Modelos Epidemiológicos

Desviación en el trabajo: El concepto de actos inseguros pasa de ser sinónimo de error humano a la noción de desviación del rendimiento esperado.
Condiciones: El modelo considera no solo las causas directas, sino también los factores que contribuyen a la desviación lo que dirige el análisis aguas arriba del accidente.
Barreras: El modelo incorpora la consideración de barreras o defensas en todas las etapas de desarrollo del accidente. Se diferencian barreras en niveles de gestión y organización, procedimiento y ejecución. En la práctica totalidad de los accidentes se deben identificar barreras o defensas que no han funcionado o no existían
Condiciones latentes: El modelo incluye la introducción de condiciones latentes que están presentes en el sistema antes de que haya cualquier secuencia del accidente

Nota. El Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo. Arévalo (2016)

Modelos Sistémicos

Los modelos sistémicos se han planteado para incorporar a los procesos de investigación de accidentes a la gestión del riesgo de los sistemas dinámicos y complejos no lineales entre los componentes.

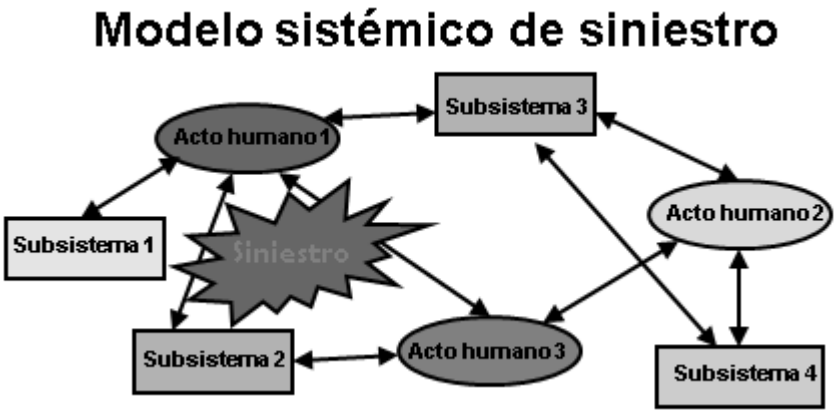
Los modelos son diseñados para accidentes de trabajo ocasionados por múltiples factores en sistemas demasiados complejos, estos pretenden analizar la interacción social y las

responsabilidades que tiene la gestión en los accidentes ocurridos en los cada vez más numerosos sistemas socio-tecnológicos complejos.

Según Arévalo (2016), este modelo se asemeja al apreciar una pintura, tenemos que alejarnos para observarla mejor o para ver un bosque no tenemos que centrarnos en un árbol, tenemos que mirar el sistema complejo hay que estudiar. Es por esto surgen los modelos sistémicos que analizan los sistemas y los accidentes desde un punto de vista global para poder relacionar todos los aspectos que intervienen. Los tres modelos sistémicos más conocidos son FRAM y STAMP.

Figura 5

Modelo Sistémico. Clerici (2017)



Nota. El modelo Sistémico permite una ventaja importante al proporciona una comprensión más completa de las interacciones sutiles que contribuyeron al evento. Debido a que el modelo considera los accidentes como el resultado de combinaciones inesperadas de variabilidad normal, se busca así entender cómo esa combinación pudo generar el accidente y en base a dicho entendimiento se identifican las condiciones latentes o debilidades. Clerici (2017)

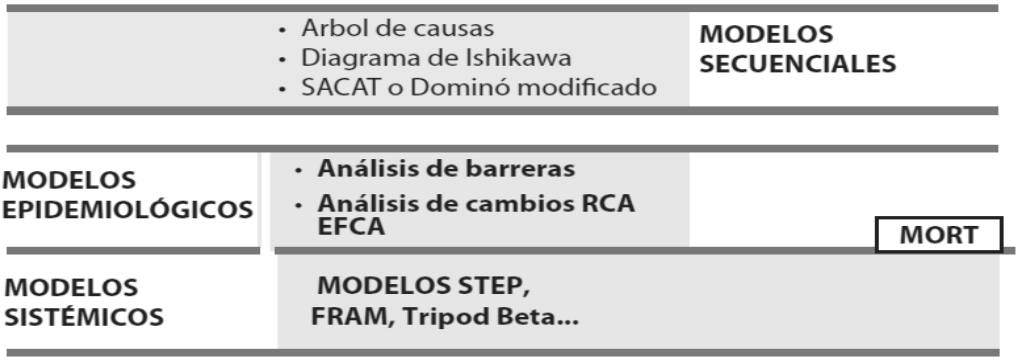
Técnicas analíticas de investigación de accidentes de trabajo

Según el apartado anterior, existen diferentes modelos de investigación de accidente de trabajo. Pero es importante realizar una descripción de las técnicas relacionadas con estos modelos, con el objetivo que aporten al proceso de investigación del presente trabajo de grado.

A continuación, se presenta un resumen de la correlación de las técnicas analíticas más representativas con los modelos anteriormente mencionados.

Figura 6

Correlación técnica analíticas y modelo causal de referencia. Arévalo (2016).



Nota. Las principales técnicas analíticas se basan a su vez, en los diferentes modelos causales. Así, y sin perjuicio de las particularidades de cada técnica y de que las fronteras entre modelos son variables, constan las siguientes relaciones entre modelos causales y técnicas analíticas.

Técnicas basadas en modelos Secuenciales

Incluyen los métodos clásicos de investigación como son: el Árbol de causas, Diagrama de Ishikawa, Método del dominó modificado o control de control. El evento es representado como una sucesión de fallos secuenciales, generalmente fallos en personas o equipos.

Tabla 5

Técnicas basadas en modelos secuenciales

Técnica	Descripción
El arbol de Causas	Este método persigue evidenciar las relaciones entre los hechos que han contribuido en la producción del accidente. Este método busca no quedarse sólo en las causas inmediatas que desencadena- ron el último suceso, sino identificar tanto los factores coadyuvantes como las causas raíz que originaron las condiciones en las que sucedió el accidente. (Arévalo, 2016)
Diagrama de Ishikawa (Espina de pescado)	La metodología de IshiKawa o espina de pescado, creado por el Dr. Kaoru Ishikawa, es un diagrama causal que representa gráficamente las relaciones múltiples de causa- efecto. En su desarrollo se identifican las causas de los cuatro aspectos que intervienen en el trabajo, como son: materiales, maquinaria, mano de obra, métodos y medio ambiente. Según Arévalo (2016) "se representa gráficamente el conjunto de factores y sub-factores causales (en la parte de las espinas) que contribuyen a generar un suceso/accidente (que aparece en la "cabeza" del diagrama)" (p.81)
Control de pérdidas, dominó modificado y SCAT	Desarrollada en la década de los años 70 y como ampliación de modelo secuencial de fichas de dominó de Heinrich, el ingeniero Frank Baird, desarrolla un método que permite analizar miles de accidentes e incidentes. Dicha técnica, considera que la secuencia de los accidentes incluye unas causas inmediatas y unas causas básicas. (Arévalo, 2016)

Nota. Elaboración propia basada en el Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo. Arévalo (2016) y Modelos Sistemicos en la Seguridad Maritima. Clerici (2017).

Técnicas basadas en modelos Epidemiológicos

Son las técnicas asociadas con el modelo del queso suizo, es decir su enfoque está en los fallos latentes y las barreras que la organización cuenta para la prevención del accidente de trabajo. En este grupo están el análisis de barreras, el análisis de Cambios, ECFCA (Análisis gráfico de sucesos y factores causa- les), o el Análisis de Causas Raíz (RCA).

Tabla 6

Técnicas basadas en modelos epidemiológicos.

Técnica	Descripción
ECFC/A ((Events and causal factors charting analysis) Análisis gráfico de sucesos y factores causales.	Es una evolución del árbol de causas, consiste en una representación gráfica de la cronología del evento, en referencia a los hechos, factores causales y condiciones que han contribuido al mismo. Como mejoras respecto del árbol de causas, este método aporta más información gráfica, incluye los hechos con soporte probatorio determinado durante la investigación. (Arévalo, 2016)
Análisis de barreras	Es un método que conjuga el estudio del accidente con el de las medidas de control (barreras) que deberían haber prevenido su acaecimiento. (Arévalo, 2016)

Tabla 6. (Continuación)

Técnica	Descripción
Método MORT (Management oversight and risk tree)	Se constituyen con una serie de diagramas y listas de chequeo. Originalmente diseñada para la industria nuclear, el método parte del modelo epidemiológico de Reason, enfatizar el análisis en las barreras, incluyendo un tratamiento de las relaciones entre eventos y factores. (Arévalo, 2016)
Análisis de Causas Raíz, RCA	El método consiste en identificar los s factores causales que, si son corregidos, evitarán la repetición de accidente similares o iguales. Las causas raíz, podría derivar de varios factores causales Según Arévalo (2016), el método RCA- se enfoca en resolver el porqué del accidente. Es por ello, que generalmente el RCA se centra en el sistema de gestión de la empresa. (Arévalo, 2016)
Análisis de cambios	El método se centra en analizar los cambios en los sistemas generan desviaciones (pueden ser cambios programados, imprevistos y tener efectos indeseados.) La base, esta técnica consiste en comparar dos escenarios: el del accidente y otro ideal en el que no acaezca el accidente. (Arévalo, 2016)

Nota. Elaboración propia basada en el Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo. Arévalo (2016) y Modelos Sistémicos en la Seguridad Marítima. Clerici (2017).

Técnicas basadas en modelos Sistémicos

Son las técnicas asociadas a sistemas más complejos. Si bien su uso es principalmente para industrias como la aeroespacial, aviación o industria química, la tendencia futura es implementar sus fundamentos de manera simplificada a otros sectores. (Arévalo, 2016). Punto supremamente relevante para el proceso de investigación del proceso trabajo de grado. Dentro de estas técnicas encontramos métodos como STEP, TRIPOD BETA y FRAM.

Tabla 7

Técnicas basadas en modelos sistémicos

Técnica	Descripción
STAMP (Systems-Theoretic Accident Model and Processes) Modelo Teórico-Sistémico del Accidente	Desarrollado por la Dra. Nancy Leveson del MIT. Basado en la teoría de sistemas, este modelo considera que los accidentes son producto de un fallo de control debido a una falta de restricciones de seguridad en sistemas social y tecnológicamente complejos. (Leveson, 2011)
FRAM (Functional Resonance Analysis Method)	El Método de Análisis funcional de resonancia o FRAM, se basa en las teorías elaboradas por Hollnagel entre los años 2004 y 2012.El método permite realizar una describir los resultados utilizando el concepto de la resonancia motivada por la variabilidad del rendimiento de un sistema. El FRAM es una técnica que posibilita la representación de los posibles acoplamientos entre las funciones del sistema. (Arévalo, 2016).

Tabla 7. (Continuación)

Técnica	Descripción
TRIPOD BETA	Desarrollado y aplicado principalmente en entornos offs-hore, parte del análisis entre las diferentes variables del sistema, incorporando el análisis del funcionamiento de las barreras disponibles o no dispuestas. (Arévalo, 2016)
STEP, Sequential timed events plotting.	Se fundamenta en un proceso sistemático basado en secuencias de eventos multi-lineales y una visión global del proceso del accidente. (Clerici, 2017)
Técnica HFACS (Análisis del factor humano y esquema de clasificación)	La técnica se origina en la industria naval y aeroespacial con el objeto de analizar las causas de los errores humanos, iniciado como modelo causal de referencia, del modelo del queso suizo. (Arévalo, 2016)

Nota. Elaboración propia basada en el Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo. Arévalo (2016) y Modelos Sistémicos en la Seguridad Marítima. Clerici (2017).

Finalmente, para concluir con este apartado presento una caracterización de las principales técnicas expuestas, analizando sus ventajas y obstáculos, trabajo realizado por Arévalo (2016) en el documento guía «Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo»

Tabla 8

Caracterización de las principales técnicas analíticas

Técnica	Ventajas	Obstáculos
Árbol de causas	Simplicidad, grafismo, técnica conocida	Método simplificado y binario. Difícil de incluir factor humano
ECFCA	Presentación gráfica y visual, maneja causas múltiples	El concepto de causa raíz puede desviar la atención.
Análisis de Cambios	Simplicidad. Basado en preguntas y con soporte	El escenario sin accidente puede no ser seguro
Análisis de Barreras	Simplicidad, estructura replicable	Método de carácter complementario
MORT	Diagrama visual e inclusión de causas y barreras por nivel	La causa raíz puede desviar atención. Dificultad en análisis de escenarios concurrentes
Tripod Beta	Método completo, definición visual	Dificultad incluir aspectos organizacionales
STEP	Diagrama visual, secuencias paralelas, orientado a mejora	No incluye aspectos organizacionales. Complejidad.
FRAM	Relaciones complejas entre variables del sistema	Complejidad, tiempo y pasos previos requeridos
HFACS	Profundo análisis del factor humano	Puede facilitar pasar por alto aspectos técnicos

*Not*a. Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo. Arévalo (2016)

ANEXO B. Fichas Bibliográficas

Tabla 9

Registro bibliográfico. (Balcazar, 2021)

Titulo	Rediseño de la metodología de investigación de incidentes del trabajo “análisis gráfico de sucesos y factores causales”
Resumen	El enfoque tradicional de seguridad (*Safety I*) centra el análisis de los accidentes en los eventos no deseados; sin embargo, la complejidad de los sistemas de trabajo actuales ha evidenciado limitaciones en este modelo. En respuesta, surge el enfoque *Safety II*, que propone analizar también las situaciones en las que las cosas salen bien. Esta investigación busca integrar ambos enfoques mediante el rediseño de la metodología ECFCA, incorporando principios de *Safety II* para mejorar el análisis causal de incidentes de trabajo. El proceso se desarrolló en tres etapas: revisión teórica, rediseño metodológico y validación mediante experimentos con usuarios expertos y no expertos. Como resultado, se obtuvo la metodología ECFCA PLUS, la cual presentó niveles adecuados de confiabilidad y validez, además de mejoras frente al método original. Esta nueva propuesta incorpora una visión sistémica, el análisis de condiciones y el estudio de barreras, contribuyendo al fortalecimiento de los procesos de investigación de accidentes laborales.
Tipo de trabajo	Tesis de grado
Autores	Balcazar Ramírez, Daniela Andrea, Director Montero Martínez, Ricardo de la Caridad
Enlace	https://red.uao.edu.co/server/api/core/bitstreams/b79aefdf-53f4-4328-bd9a-be68898974ef/content

Tabla 10

Registro bibliográfico. (Arévalo, 2016)

Titulo	Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo.
Resumen	El documento Rediseño de la metodología de investigación de incidentes del trabajo "Análisis gráfico de sucesos y factores causales" presenta un estudio orientado a evaluar y mejorar la metodología ECFCA (Events and Causal Factors Charting Analysis), ampliamente utilizada en la investigación de incidentes laborales. El trabajo parte del reconocimiento de que, aunque esta herramienta permite organizar cronológicamente los eventos y factores causales asociados a un accidente, mantiene una estructura predominantemente lineal que puede resultar insuficiente para explicar la complejidad de los sistemas organizacionales contemporáneos. A partir de una revisión teórica sobre la evolución de los modelos de causalidad en la investigación de accidentes —desde los enfoques secuenciales hasta los epidemiológicos y sistémicos— el autor analiza las limitaciones conceptuales y metodológicas del ECFCA frente a entornos socio-técnicos complejos. Se identifican debilidades relacionadas con la tendencia a simplificar la causalidad, la búsqueda de causas raíz únicas y la escasa integración de factores organizacionales y condiciones latentes. Como resultado, se propone un rediseño metodológico que amplía el alcance del análisis gráfico tradicional, incorporando principios propios de modelos sistémicos modernos. La propuesta busca superar la lógica estrictamente lineal, fortalecer la comprensión de las interacciones entre componentes del sistema y favorecer un análisis más integral de los incidentes laborales. De esta manera, el estudio contribuye a la actualización conceptual de las herramientas de investigación de accidentes, alineándolas con la evolución contemporánea de los modelos de causalidad en seguridad y salud en el trabajo.
Tipo de trabajo	Libro
Autores	Carlos Arévalo Sarrate
Enlace	https://www.madrid.org/bvirtual/BVCM015632.pdf

Tabla 11

Registro bibliografico. (Botta, 2010)

Titulo	Los Accidentes de Trabajo
Resumen	El libro desarrolla un análisis integral del accidente de trabajo desde una perspectiva sistémica y multicausal. El autor plantea que los accidentes no son hechos fortuitos ni producto exclusivo del error humano, sino consecuencias no deseadas del funcionamiento de un sistema hombre–máquina–medio. A lo largo de la obra se estudia la evolución del concepto de accidente, la diferencia entre accidente e incidente, y la importancia de analizar los peligros como base de la prevención. Se aborda la teoría de sistemas aplicada a la seguridad laboral, destacando que los accidentes surgen por disfuncionamientos organizacionales donde interactúan factores humanos, técnicos, ambientales y psicosociales. Asimismo, se explica la pirámide de los accidentes y se enfatiza la necesidad de investigar incidentes para fortalecer el aprendizaje organizacional. El texto también diferencia claramente los accidentes de trabajo de las enfermedades profesionales, resaltando su carácter progresivo y su relación causal con la exposición a agentes de riesgo. En conclusión, la obra propone una visión preventiva, científica y organizacional de la seguridad, orientada a la anticipación y control de los riesgos antes de que se materialicen en daños.
Tipo de trabajo	Libro
Autores	Ing. Nestor Adolfo BOTTA
Enlace	https://higieneyseguridadlaboralcvs.wordpress.com/wp-content/uploads/2012/10/15_los_accidentes_trabajo_1a_edicion_marzo2010.pdf

Tabla 12

Registro bibliografico. (Clerici, 2017)

Titulo	Modelos Sistémicos en la Seguridad Marítima
Resumen	"Este trabajo pretende describir de forma general los modelos sistémicos para la investigación de accidentes marítimos mediante el estudio del pensamiento basado en la teoría de sistemas. El objetivo principal ha sido evaluar la oportunidad que se presenta, dentro de la seguridad marítima y la teoría del riesgo, de introducir nuevas herramientas adaptadas a los sistemas actuales. Para ello, al inicio de este trabajo, se describen de forma general los modelos convencionales más importantes y representativos que son utilizados ampliamente en la actualidad con el objetivo de enfatizar sus carencias y desventajas en sistemas de alta complejidad. Los modelos sistémicos descritos tienen un elevado rango de aplicación, se pueden combinar y pueden ser utilizados de manera más acorde en función de las características del accidente. Los tres modelos principales a estudiar serán el HFACS, el AcciMap y el STAMP que tienen en cuenta entre otros las interacciones sociales, los problemas de gestión, los fallos de control y la relación entre los operadores y los automatismos."
Tipo de trabajo	Tesis de grado
Autores	Bruno Ponisio Clerici
Enlace	https://upcommons.upc.edu/entities/publication/eef5c7e5-cf61-43f4-894b-dd18501f4342

Tabla 13

Registro bibliografico. (Levenson, 2011)

Titulo	Engineering a Safer World: Systems Thinking Applied to Safety
Resumen	El libro propone una perspectiva diferente para el análisis y la prevención de accidentes en sistemas socio-técnicos complejos, desafiando los enfoques tradicionales de causalidad. Se cuestiona la validez de los modelos que describen los accidentes como una secuencia lineal de fallos técnicos o errores humanos, ya que estos resultan insuficientes para comprender los riesgos en los sistemas modernos, caracterizados por su alta interconexión. Como alternativa, la obra introduce el modelo Systems-Theoretic Accident Model and Processes (STAMP), fundamentado en la teoría de sistemas. Desde este enfoque, los accidentes no se interpretan como la consecuencia directa de fallos individuales, sino como el resultado de deficiencias en los mecanismos de control y en la aplicación de restricciones de seguridad dentro del sistema. En este sentido, la seguridad se concibe como una propiedad emergente que depende de la interacción entre factores humanos, tecnológicos, organizacionales y de gestión, lo que permite comprender los accidentes desde una visión más amplia e integrada. Asimismo, el texto presenta diversas herramientas metodológicas derivadas de este modelo sistémico, como System-Theoretic Process Analysis (STPA), orientada a la identificación de peligros durante las fases de diseño de los sistemas, y Causal Analysis based on STAMP (CAST), utilizada para la investigación y análisis de accidentes ya ocurridos. A través de ejemplos y aplicaciones prácticas, la autora demuestra cómo este enfoque sistémico permite comprender con mayor profundidad la complejidad de los accidentes en sistemas contemporáneos, favoreciendo el desarrollo de estrategias de prevención más robustas y adaptadas a los desafíos de los entornos socio-técnicos actuales.
Tipo de trabajo	Libro
Autores	Nancy Leveson
Enlace	https://doi.org/10.7551/mitpress/8179.001.0001