Confiabilidad humana y su aplicación en la investigación de incidentes y accidentes laborales

Isabel Cristina García Hoyos

Trabajo de grado para optar al título de

Especialista en Seguridad y Salud en el Trabajo

Asesora

Angélica María González Martínez

Universidad Católica de Manizales

Facultad de ciencias de la salud

Especialización de Seguridad y Salud en el Trabajo

Cali

2018

A Oscar, compañero de vida y maestro

y su compromiso con la excelencia.

A Mariana y Daniela,

por ver más allá.

TABLA DE CONTENIDO

Resumen ……. 8

Introducción …….. 9

1. Planteamiento del problema ……..…. 13

2. Formulación pregunta de investigación …… 23

3. Justificación ……..…. 24

4. Objetivos…… 28

4.1 Objetivo general …… 28

4.2 Objetivos específicos…… 28

5. Desarrollo temático ……..…. 29

5.1 Las fallas Humanas …….…… 29

5.1.1 El error humano …….…… 31

5.1.2 La fiabilidad humana. …… 34

5.1.3 Clasificación del error humano……. 35

5.2 Las decisiones …….…… 41

5.2.1 Toma de decisiones y errores humanos …….…… 46

5.2.2 Actos voluntarios e involuntarios. ……. 48

5.2.3 La culpa …… 50

5.3. La investigación de accidentes e incidentes …… 51

5.3.1 Marco legal de la investigación de incidentes y accidentes laborales en Colombia ……... 54

5.3.1.1 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo. …….. 55

5.3.1.2 Decreto 1072 de 2015. ……..… 56

5.3.1.3 Resolución 1401 de 2007. ……..… 57

5.3.1.4 Resolución 1111 de 2017 ……..… 59

5.3.2 Métodos de investigación de incidentes y accidentes laborales ... 59

5.3.2.1 Árbol de causas ……..…..… 62

5.4 Análisis de la fiabilidad humana ……...…..… 63

5.4.1 Métodos para análisis de la fiabilidad. ……..….. 67

5.4.2 Aprendiendo de incidentes ……..…… 73

5.4.2.1. Sistema de Clasificación y análisis de los Factores Humanos … 75

5.4.3 Factores causales de accidentes e incidentes según la confiabilidad humana …… 81

5.4.4 El error como oportunidad ……..…… 84

6. Conclusiones ……...…..…… 86

7. Recomendaciones ……..…….…….…… 90

9. Referencias ……..…… 92

Anexos ……. 97

LISTA DE TABLAS

Tabla 1: Distribución básica de errores voluntarios e involuntarios …….. 48

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº1 Clasificación de los errores según el modelo GEMS …… 39

Figura Nº 2 Tipos de fallas humanas. …… 40

Figura Nº 3 Modelo SKR de Rasmussen ……..… 43

Figura Nº 4 Procesos cognitivos y componente emocional en la toma de decisiones. …….. 45

Figura N° 5: Proceso general del análisis de la fiabilidad …….. 67

Figura N°6 Metodología HFACS …….....…… 76

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A. Matriz sistematización de artículos …… 97

RESUMEN

Uno de los elementos de estudio que ha llamado la atención en los últimos años con relación a los incidentes y los accidentes laborales es el factor humano, la realidad de que el hombre con su posibilidad de fallar tiene un gran potencial de generar pérdidas, y al respecto, en investigaciones sobre accidentes ocurridos, se ha aceptado que dicha contribución está entre un 70% y un 80% de responsabilidad. Inicialmente estos estudios, que comenzaron a finales de los 70s, estaban enfocados a sistemas complejos de alto riesgo en industrias como aviación, petroquímica, nuclear y minera; sin embargo cada vez más se buscan respuestas en los modelos de fiabilidad humana para entender el error y buscar alternativas para controlarlo transfiriendo estas metodologías a otros sectores productivos y se espera que pueda llegar a aplicarse con su verdadero fin proactivo-predictivo para evitar o mitigar los efectos negativos de los errores humanos. El desarrollo temático de este trabajo investigativo presenta una secuencia que inicia con una descripción teórica de las fallas humanas, la confiabilidad y la toma de decisiones para llegar a una revisión general de la investigación de accidentes y de la fiabilidad humana, para finalmente, identificar factores causales aplicables en la investigación de accidentes e incidentes que permita llegar a una visión del error como oportunidad de aprendizaje

Palabras clave: Factor humano en accidente laboral, confiabilidad humana, error humano, equivocaciones.

Introducción

Una de las realidades inherentes al ser humano es la posibilidad de equivocarse, de cometer errores. Esta realidad ha llamado la atención en diversas áreas del conocimiento en especial por sus consecuencias. En el sector empresarial, por ejemplo, se observa gran interés por medir la contribución humana en las fallas que generan pérdidas al igual que se les atribuye un gran porcentaje en los accidentes laborales lo que ha llevado a buscar respuestas en estrategias que ayuden a entender el error y controlarlo.

Inicialmente las compañías más interesadas en este tema pertenecían a la industria petrolera, ferroviaria y nuclear que, desde finales de los 70s, han aplicado modelos de Confiabilidad Humana, HR por sus siglas en inglés (Human Reliability), enfocadas en la posibilidad de mejorar la relación hombre-máquina, producto de la preocupación por la dimensión catastrófica que podrían tomar las consecuencias de posibles errores que pudieran cometerse en sus procesos; sin embargo, en la actualidad se busca transferir estas metodologías a otros sectores productivos encontrando interesantes avances en la comprensión del error humano y se espera que aunque por el momento está siendo utilizado en su componente reactivo pueda llegar a aplicarse con el verdadero fin de la confiabilidad que es el componente

proactivo-predictivo y así contribuya a evitar efectos negativos de los errores humanos. No obstante, al día de hoy todavía es un tema desconocido para muchos en Colombia y se espera que con su desarrollo en el ámbito de la seguridad y salud en el trabajo, aporte mayor claridad al entendimiento del error y la prevención de sus consecuencias.

Uno de los factores e importancia en aprovechar esta contribución es la tendencia a etiquetar como error humano entre el 70%y 80% de los accidentes laborales (1), frente a lo cual la confiabilidad ha encendido alarmas explicando que en muchas oportunidades esta es una conclusión rápida y poco profunda que lleva a tomar medidas equivocadas con relación a las verdaderas causas a intervenir. El Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo del Ministerio de trabajo y asuntos sociales de España, considera que este apelativo de factor o error humano puede ser ambiguo porque puede “encubrir” otro tipo de causas más profundas(2). Esta incertidumbre se debe a la complejidad misma del concepto de “error” cuando la responsabilidad recae en las personas y las múltiples variables que parecen influir al momento de analizar las consecuencias derivadas de su presentación: ¿Fue verdaderamente un error? ¿Fue una violación? ¿Un descuido? ¿Fue una respuesta situacional? Interrogantes fundamentales al momento de realizar investigaciones de accidentes que motivan a buscar las preguntas correctas para identificar realmente todas las causas de los accidentes que conlleven realmente a la prevención de su repetición sin sesgos.

De allí surge el interés por describir la relación del error humano y los accidentes laborales dentro de las teorías de la fiabilidad humana y la toma de decisiones en una investigación documental de corte monográfico y enfoque cualitativo cuyo plan de análisis se orientó a identificar y describir los factores que han sido señalados dentro de la confiabilidad humana, como influenciadores o facilitadores de la aparición de errores humanos en el ámbito laboral.

Para la recolección de información se tuvieron en cuenta criterios de inclusión como ser investigaciones y publicaciones sobre la confiabilidad humana aplicada en la prevención de accidentes laborales, que describieran métodos o modelos que aportaran en la conceptualización del tema o que hubieran generado propuestas de factores o criterios de análisis de identificación de fallas humanas voluntarias e involuntarias susceptibles de ser aplicados en el análisis de los incidentes o accidentes laborales en las investigaciones realizadas en Colombia, Australia y Europa entre los años 2000 y 2017.

Para la búsqueda se utilizaron bases de datos de reconocimiento mundial: ISI, ELSEVIER, SCOPUS, SCIENCIE DIRECT, GOOGLE ACADEMICO y repositorio de la Universidad de Manizales.

En el documento se desarrollan las temáticas de fiabilidad, se describen varias clasificaciones del error humano según diferentes modelos de fiabilidad, se diferencian los actos voluntarios de los involuntarios y se llega a la investigación de accidentes para encontrar modelos que permiten ahondar en el análisis del error humano no solo como causa inmediata sino como parte de los antecedentes catalizadores del error. En este último punto, donde se analiza el error como oportunidad, se buscó determinar cómo los criterios específicos de confiabilidad pueden contribuir a potencializar las investigaciones de accidentes e incidentes como elementos de mejoramiento a fin de aportar, de esta manera, al objetivo fundamental de la gestión en seguridad y salud en el trabajo SST: la prevención.

1. Planteamiento del problema

En Colombia, en los últimos tres años, se ha experimentado un cambio significativo en la legislación aplicable para el diseño, implementación, seguimiento y mejoramiento del Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo de las empresas; cambios que vislumbran evolución en la madurez con la que se empieza a ver el riesgo laboral como un creciente interés por buscar formas viables y efectivas de prevenir accidentes y enfermedades laborales con la conciencia de buscar cuidar a los trabajadores y en general a todas las partes interesadas. Esos cambios de visión, que mientras para unos es nueva y para los otros ya hace parte del ADN de las compañías, requieren evolución también en la manera en la que se abordan temas específicos como es el caso de las causas de los accidentes y en especial de las que se identifican como Factor Humano que están asociadas a una realidad que siempre ha acompañado a los seres humanos con una premisa irrefutable: *las personas cometen errores*.

Son muchos los adelantos que ha mostrado el país frente al mundo en materia de Seguridad y Salud en el Trabajo pero, no obstante a sus esfuerzos, la realidad de la accidentalidad laboral en Colombia es muy alta. Según la Federación de Aseguradores Colombianos, FASECOLDA(3), durante 2017 se reportaron en Colombia 655.570 accidentes laborales, eso quiere decir que el 6.4 % de los

trabajadores afiliados a las ARL en el país sufrieron accidentes en el trabajo. Cifra preocupante si se le añade además que 568 de esos accidentes tuvieron un desenlace fatal. Ahora, dado que, como se mencionó, para los expertos en promedio, el 75% de los accidentes laborales ocurren por contribución humana(4), un cálculo rápido lleva a pensar que en Colombia, durante el año anterior, 490.000 accidentes laborales pudieron tener como causa errores humanos y que para 495 trabajadores ese error los llevó a la muerte.

Históricamente la fiabilidad humana ha sido estudiada principalmente para anticipar las posibilidades de fallos originados por actos humanos. Según Ruiz y Trujillo(4), de la Universidad de Murcia, España, el evento más significativo que generó el interés frente a la fragilidad del error humano, fue el accidente nuclear de Three-Mile Island, en 1979, en el que dejó de funcionar el sistema de refrigeración del circuito primario en un reactor de la central nuclear que liberó gases radiactivos y provocó la salida de grandes cantidades de agua contaminada al exterior. Este evento se constituyó como detonante del estudio de la fiabilidad humana puesto que una de sus consecuencias fue que se hizo obligatorio analizar el error humano en la industria nuclear y en actividades similares ya que antes de ese accidente catastrófico hacerlo o no estaba bajo criterio y conocimiento de los analistas, y por ende, quedaba limitado a temas de apreciación y prejuicios sobre las causas de los accidentes(4).

Uno de los enfoques a los que llevaron los estudios del error humano fue presentado en 1998 por Meliá(4), de la Universidad de Valencia, donde mostró una aproximación a un modelo causal psicosocial de los accidentes laborales. En su descripción se refiere a DeJoy, uno de los estudiosos iniciales de la fiabilidad, quien propuso otro modelo orientado a explicar los factores humanos implicados en la causa de los accidentes laborales. Según este modelo se trata de una suma de errores ocurridos en diferentes momentos y por diferentes personas así: “Los accidentes, con pérdidas humanas o materiales, suceden en situaciones potencialmente generadoras de esos daños, y, a su vez, esas situaciones son fruto de otros errores humanos”(4).

En su trabajo, Meliá, reflexiona sobre la necesidad de incluir variables psicosociales en el estudio del error humano refiriéndose a la influencia del clima organizacional, que visto en una cadena positiva de eventos ideales, sería: “Una respuesta más segura de los superiores induciría una respuesta más segura de los compañeros y ésta, a su vez, una conducta más segura del trabajador”(5). Los resultados del estudio corroboraron que “cuanto más positivo hacia la seguridad es el clima de la empresa, más favorable será la respuesta de los superiores, de los compañeros y la conducta de seguridad, y por lo tanto menor será el riesgo real”(5).

Otra mirada de la confiabilidad humana hacia la interacción de las personas con equipos y que va mas allá de los aspectos psicosociales es la aplicada en la aeronáutica. En la industria aérea utilizan la técnica que han denominado *Análisis de Factores Humanos y Sistema de Clasificación,* HFACS, por su sigla en inglés, que diferencia dos aspectos generales para analizar: los actos inseguros y las condiciones previas a los actos inseguros, este sistema, creado por Scott Shappell y Doug Wiegmann, es ampliamente utilizado en la aviación civil y ha complementado las metodologías de la Fuerza Aérea Americana y la NASA.

Con relación a este modelo, Sánchez (6), presentó en Colombia un estudio de Factor Humano en accidentes de aviación en 2010 en el que describe que, de acuerdo con diferentes estudios realizados en los últimos años, las principales causas de los accidentes aéreos que involucran errores de las tripulaciones están relacionados con: “Baja alerta situacional, omisiones, juicio y decisión inadecuados, errores en los procedimientos, coordinación inadecuada de tripulación, falta de adherencia a procedimientos estandarizados, estrés, fatiga y desorientación espacial” (6), igualmente, la autora describe que la Fuerza Aérea Colombiana evalúa tres factores esenciales en la investigación de los accidentes: el humano, el técnico y el medio ambiental, siendo su análisis integral fundamental para la determinación de sus causas.

Esta evolución en el análisis del error humano en la aeronáutica contrasta con la tendencia de las investigaciones de accidentes e incidentes en Colombia, ya que se encuentran múltiples estudios en los cuales se refieren a la falla humana como causa inmediata sin ahondar en los antecedentes del error y que en consecuencia presentan resultados similares a los encontrados en estudios que coinciden con el promedio de los 70% y 80% que se ha mencionado. Este podría ser el caso de una publicación de la Universidad Cooperativa de Colombia, sede Neiva, en la cual se analizaron las causas y consecuencias de los accidentes laborales por caída de objetos ocurridos durante el segundo semestre del año 2012 en dos proyectos de construcción donde estudiaron 117 accidentes y encontraron que el 74% ocurrieron por fallas humanas que describen como actos inseguros concluyendo al respecto que "las personas desobedecen las prácticas y los procedimientos seguros sin tener en cuenta que cuando incurren en sus actividades laborales pueden sufrir un accidente"(7). Estos resultados en algunas investigaciones en el país han llevado a conclusiones posteriores relacionadas con la identidad cultural caracterizada por la poca adhesión de los trabajadores a las instrucciones dadas y cuyas soluciones propuestas han dirigido toda su atención hacia estrategias de comportamiento seguro.

Sin embargo, estas conclusiones contrastan con la mirada de la confiabilidad humana, como la que presentó el Energy Institute en Londres en el mismo año, con los lineamientos sobre la investigación y el análisis de los factores humanos y

organizacionales en los incidentes y accidentes laborales, donde llaman la atención sobre su preocupación de cómo son abordados los problemas de los factores humanos ya que es común encontrar en registros de causas de accidente elementos tales como "falta de competencia", "procedimientos inadecuados", "herramientas o equipos inadecuados". Sin embargo, para la confiabilidad humana estas no son causas fundamentales ya que la causa raíz en esos casos serían las deficiencias del sistema que condujeron a una competencia, procedimientos y equipo deficientes, Gall al respecto afirma:

> "Cada incidente o accidente es una oportunidad de aprendizaje, pero podría desperdiciarse a menos que el esfuerzo de análisis se centre en descubrir las verdaderas causas subyacentes del incidente en lugar de centrarse en las personas directamente involucradas y las causas inmediatas de su fracaso"(8).

Por otro lado y con un enfoque de fiabilidad de sistemas, en el mismo año, Pons,Villa y Bermúdez(9), de la Universidad Autónoma del Caribe en Colombia, realizaron una investigación que buscaba aproximar un modelo de análisis de error aplicado a una empresa comercializadora de derivados del pollo, y enfocado al análisis de fiabilidad humana en la mejora de procesos. Es este estudio corroboraron la necesidad y utilidad de ahondar en el error humano puesto que como dicen los autores:

> " Los errores humanos no deben tratarse como actos aislados ya que los fallos son consecuencia de las imperfecciones en los procesos o el sistema sociotécnico

que no dependen directamente, en muchos casos, del desempeño del trabajador, sino de variables tales como la cultura y clima organizacionales, el liderazgo, los procedimientos y decisiones de los directivos, por lo que se requiere de análisis de causas integrales, tanto de las más visibles como de las latentes”(9)

Todo esto lleva a pensar que al momento de analizar un accidente o un incidente en el trabajo sería indispensable ahondar tanto en la organización como en las personas, de hecho la confiabilidad busca aclarar donde y en qué medida existe esa responsabilidad para establecer los controles.

En 2013, Baèz R, De la Vega y Tlapa, investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California, el Instituto tecnológico de ciudad Juárez y el Instituto tecnológico de Hermosillo en Baja California-México, realizaron un estudio con enfoque comportamental y psicológico sobre la confiabilidad con trabajadores en líneas de montaje manual e identificaron nueve factores a estudiar al momento de explicar el error humano en la construcción de modelos de confiabilidad humana para plantas de montaje, ellos son: Inteligencia, Personalidad, Edad, Experiencia, Género, Formación, Motivación, Memoria y carga de Trabajo (10) Igualmente llamaron la atención sobre la tendencia de los ingenieros de seguridad y los analistas de confiabilidad a prestar más atención a los equipos y a los procesos técnicos que a los factores sociales y psicológicos como mecanismos predisponentes al error “personal” como lo habían anticipado Collins & Leathley en 1995(3). Se va

clarificando entonces que mientras unos estudian los factores intrapersonales predisponentes de los errores y otros los factores favorecedores y desencadenantes en el componente técnico y ambiental, para la fiabilidad humana se trata de un análisis integral que involucra las personas, los procesos y las tareas para cuantificar las probabilidades de presentación del error y así tomar las medidas preventivas correspondientes en tareas complejas cuyos fallos tienen la potencialidad de ser sumamente costosos pero a la vez tienen la potencialidad de ser sumamente útiles en el aprendizaje frente a la prevención de otros posibles fallos.

Al respecto, en 2017, en Australia, un grupo de ingenieros de la Universidad de Queensland en Brisbane, realizaron un estudio sobre lo que denominaron el "No aprendizaje de los incidentes de seguridad"(11) con el fin de entender dónde podían ubicar la interrupción en el proceso de aprendizaje que se debía tener frente a un incidente y su potencial preventivo. Para esto, los investigadores distribuyeron la información recopilada en tres componentes: las amenazas que surgen por fracasar en el aprendizaje, las consecuencias de no aprender y los controles que pueden llevar a superar el problema de no aprender de los incidentes, a partir de la aplicación de un método que denominaron BTA que les permitiera encontrar cómo maximizar el aprendizaje. Dentro de sus hallazgos llama la atención su advertencia de que muchas veces el proceso queda anulado desde el comienzo por no notificar incidentes, esto debido a la subjetividad y falta de claridad en los diferentes grupos

de trabajo, sobre cuándo reportar y cuándo no hacerlo especialmente cuando no hay consecuencias negativas asociadas, es decir, no reportan nada porque para ellos nada pasó. En estos casos el potencial de aprendizaje de estos eventos depende del alcance que la empresa le ha dado a la definición de incidente y de la concientización de las personas con relación al gran valor que trae el reporte y análisis de los incidentes en la prevención.

En Colombia la investigación de incidentes y accidentes de trabajo está reglamentada bajo la resolución 1401 de 2007 del Ministerio de Protección Social (12) la cual busca que se identifiquen las causas, hechos y situaciones que los han generado a fin de poder implementar las medidas correctivas encaminadas a eliminar o minimizar condiciones de riesgo y evitar su recurrencia y las empresas están en la libertad de elegir la metodología que más se adapte a sus necesidades, algunas empresas optan por métodos estructurados basados en modelos de causalidad y otros realizan un ejercicio deductivo con menos formalismo. Aquí surge una preocupación con relación a la rigurosidad de la investigación. Al respecto el Ingeniero Oscar Velasco, experto en Gestión del Riesgo expresaba en una oportunidad:

> ”Gran número de empresas continúan usando modelos lineales simples y muchas de ellas se quedan las denominadas causas inmediatas, ya que es muy

*Ejercicio de capacitación con el Ingeniero Oscar Emilio Velasco Escobar, consultor experto en gestión del riesgo, empresa Plan Maestro, Medellín, mayo 2015.

fácil decir que el trabajador accidentado, con sus acciones y comportamientos, fue el culpable del accidente. Y para reforzar esto se sacan estadísticas indicando que el 96% o el 98% de los accidentes ocurrieron por errores de la persona accidentada. Esto tranquiliza a las empresas y quita de sus hombros el peso del accidente y lo transfiere al trabajador accidentado. El análisis de estos accidentes debe ir más allá y llegar a identificar qué dentro de la gestión falló y por qué falló" *

2 Formulación pregunta de investigación

En razón a lo expuesto, la investigación buscó dar respuesta a la siguiente pregunta:

¿Cuáles factores de la confiabilidad humana pueden aplicarse en el análisis de los incidentes y accidentes laborales para caracterizar el error humano?

3. Justificación

Partiendo nuevamente del concepto, sin discusión, que el ser humano es falible, se hace necesario ahondar mucho más en el tema de la naturaleza de los errores para lograr generar estrategias que permitan minimizar sus consecuencias, es decir, para todos es claro que no podría llevarse a la realidad la premisa “cero errores” sin embargo, en contraste, sí sería posible hablar de “cero accidentes” o “cero lesiones” dentro del enfoque proactivo de la confiabilidad humana, y esto, al traducirse en los costos visibles y ocultos de los accidentes, puede significar un control de pérdidas importante que involucraría desde las personas hasta tiempo de producción, equipos y otros recursos.

Ahora bien, la OIT presentó en 2015 una guía para la investigación de accidentes laborales en la que expresa “Es importante recordar que los accidentes de trabajo y las enfermedades profesionales se pueden evitar, y cuando ocurren es esencial aprender lecciones de ellos”(13), concepto tan básico como importante en la gestión de seguridad y salud en el trabajo y que por consiguiente implica un compromiso indiscutible de que se identifiquen y se controlen las causas reales de los accidentes sea que involucren personas, procesos, procedimientos, mecanismos de comunicación, estilos de liderazgo, factores culturales, entre otros y que de la misma manera se aproveche todo el potencial de conocimiento de accidentes e

incidentes para aprender y así evitar su repetición. Trabajar para ello con la confiabilidad humana genera una oportunidad para conocer los errores, entenderlos, clasificarlos y de esta manera tomar decisiones más precisas con métodos innovadores.

Más aún, ahondar en la naturaleza de los errores deja a un lado las conclusiones rápidas e inmediatistas que ofrecen poca oportunidad de aprender, Pons, Villa y Bermúdez advirtieron la importancia de entender que las fallas no son aisladas, por el contrario, siempre van a estar antecedidas y rodeadas de factores que llevaron a su ocurrencia(9). En efecto, entre más específicamente se analicen los factores intervinientes más probable es que aumente la objetividad de los resultados y se evite tomar rumbos sesgados no conducentes a verdaderos aprendizajes. Rasmussen opinaba al respecto que “En los análisis de accidentes hay una tendencia a ver sólo lo que se quiere ver”(1) y esto es un factor tan contaminante como común en las investigaciones. Es así como se requiere contar con enfoques, conocimientos y aportes que aplicados en la investigación de los incidentes y los accidentes permitan a las empresas profundizar en los factores humanos dejando a un lado conclusiones rápidas como lo advierte Rasmussen y que es denominador común en el país en resultados de investigaciones.

Todo lo planteado hasta ahora demuestra la necesidad de dar mayor relevancia a las discusiones sobre el error humano para más adelante generar parámetros más específicos que permitirán delimitar, cuánto de los 70%, 75% u 80% que se han descrito como causas humanas de los accidentes corresponden realmente a errores humanos , cuáles involucran más sus antecedentes que el evento mismo, cuáles son errores, cuáles equivocaciones, o en el peor de los casos, violaciones, donde no se trate tanto del interés por identificar un culpable sino de aumentar la confiabilidad a los sistemas. Estas reflexiones ya se vienen haciendo en diferentes espacios, sin embargo, es necesario enmarcarlas en estrategias operativas aplicables en el día a día que se integren a los métodos, modelos y procedimientos actuales para ir generando su transformación. Adicionalmente, se requiere una conceptualización de la fiabilidad del trabajador colombiano dada la irrefutable relación entre la fiabilidad humana y la experiencia cultural sobre la cual recae la diferencia de la literatura existente, en mayoría Europea, frente a la cultura latinoamericana y la cultura particular colombiana, pero en medio de tantos retos que se vislumbran para el futuro del tema en el país, un buen inicio en ese camino es identificar los errores en las investigaciones de accidentes e incidentes donde, con sólo involucrar nuevos cuestionamientos y conceptos, puede ingresarse al radar de los investigadores algunos componentes que les permitan caracterizar el error humano, que facilite la toma de decisiones y oriente el mejoramiento requerido.

No cabe duda que una vez se vaya aplicando la confiabilidad a la investigación y se generen instrumentos más específicos que faciliten su objetividad, se podrá ir dando el paso hacia el componente preventivo y predictivo que permitirá en un futuro para cualquier empresa tomar medidas antes de la ocurrencia de las pérdidas como resultado del aprendizaje producto del análisis de los errores.

4. Objetivos

4.1 Objetivo general

Describir los factores de la confiabilidad humana que pueden aplicarse en la investigación de incidentes y accidentes laborales de acuerdo con investigaciones y publicaciones realizadas en Colombia, Europa y Australia entre los años 2000 y 2017.

4.2 Objetivos específicos

- Conceptualizar el estudio del error humano a la luz de la fiabilidad humana en su aplicación a las investigaciones de accidentes laborales.

- Describir los elementos propuestos por modelos de fiabilidad humana para la caracterización del error.

- Describir los criterios que contribuyen a identificar la presencia de errores, equivocaciones y violaciones dentro de la contribución humana en incidentes y accidentes laborales.

5. Desarrollo Temático

James Reason dijo: "Si los errores forman parte de la naturaleza humana entonces sólo nos queda aprender de ellos desde la comprensión de cuándo y por qué somos falibles"(14)

5.1 Las fallas Humanas

El avance en el conocimiento y en la tecnología está retando a diario a las personas a llevarlas a su límite de seguridad. Manuel Sebastián, ergónomo relacionado con la industria ferroviaria en Andalucía, presentó al respecto un estudio en 2009 en el que muestra una reflexión sobre cómo la revolución tecnológica exige cada vez mayor fiabilidad en el trabajo de las personas quienes a pesar de los avances seguirán siendo imprescindibles en los procesos(15), esto sumado a que como en muchas ocasiones la presencia de las personas se reduce, éstas cuentan con mayor número de responsabilidades y por lo tanto sus errores pueden abarcar mayor número de consecuencias. En este punto el autor expresa que "El estudio de esta interacción entre persona y tecnología es quizá uno de los retos científicos más complejos de nuestro tiempo"(15). Esto implica que mientras el hombre se enfrente cada vez a herramientas y equipos más complejos se debe ahondar en las

respuestas que permitirán entender en qué circunstancias y por qué fallan las personas en su trabajo, información fundamental para prevenir eventos indeseados.

Sin embargo otra premisa actual es abusar del término error humano como primera opción dentro de las causas de los accidentes, tema desarrollado ampliamente por Escalante y Herrero(16),", quienes advierten que esta tendencia durante las investigaciones de los accidentes está llevando a considerarlo como principal causa de la mayoría de los accidentes. Y en consecuencia es paradójico que siendo el ser humano cada vez más propenso al error por el aumento en la complejidad de sus tareas también enfrenta la tendencia a señalarlo como causante de los eventos no deseados siendo que, como describe un documento de la Universidad politécnica de Cataluña refieriéndose al ser humano: "Tiene un razonamiento inconsistente y emocional y capacidades limitadas, tanto de percepción, como cognitivas y motrices"(17) realmente estas características pueden llevarlo a cometer errores los cuales se presentan cuando el comportamiento humano, o su influencia sobre el sistema, sobrepasa la aceptabilidad.

Para entender cómo se aborda la fiabilidad humana desde el análisis de los errores se presenta una descripción de los conceptos de error, fiabilidad y la clasificación de las fallas humanas.

5.1.1 El error humano.

Según James Reason(14) una manera de entender el significado del error humano es que errar implica desviarse de algún modo respecto a lo correcto, a la intención que se tenía o a un camino ideal para alcanzar un objetivo. También puede ser considerado como la posibilidad de que el ser humano con su comportamiento supere los límites de aceptabilidad de un sistema. Lo que lleva a entender que implícitamente denotan la necesidad de contar con información previa muy clara referida al camino idóneo, método, procedimiento, estándar, norma y límites de aceptabilidad; es decir, el error implica que exista un parámetro de comparación claramente definido.

Según El ergónomo Jaques Leplat " Todos los errores son humanos, pero nunca solamente humanos"(18) Escalante y Herrero se refieren a ello llamando la atención con relación a que en varios casos el error humano no debería percibirse como causa inmediata porque también se presentan errores de diseño, de mantenimiento, de procedimiento, que aunque humanos también, no son personalmente identificables y por ello ven la necesidad de clasificar los errores en operativos y los no operativos, aclarando que los últimos no son necesariamente errores humanos y por lo tanto allí no termina el análisis.

Y para profundizar un poco más se puede traer a Reason quien describe tres mitos que se han tejido alrededor del concepto de error: “El primero, que los errores son intrínsecamente malos, el segundo que los errores graves son cometidos por malas personas y el último que los errores son aleatorios y de una alta variabilidad”(14). Al respecto del primer mito Escalante y Herrera(16) describen que paradójicamente, el estudio de los errores puede ser una de las principales fuentes de aprendizaje de la prevención y de la vida, lo cual es sumamente valioso cuando se logra identificar en qué aspecto se presenta el desequilibrio que llevó al error. Es así como Reason(16) . El segundo mito, aunque podría llevar a pensar que existen ciertos perfiles de las personas frente al error no hay relación comprobable porque no es posible afirmar que las personas acatadoras de normas no se equivocan. Incluso, al hablar de los automatismos como parte de los factores favorecedores del error, se encuentra que si bien es cierto es fomentado para algunas acciones, el mismo puede ser el generador de un accidente al no llevar a cabo las adaptaciones necesarias frente a una tarea específica dadas unas condiciones especiales y tal vez ocasionales a la que se enfrenta el trabajador(16) También es el caso de la memoria, cuando es sabido la importancia que tiene ésta para la realización de tareas y el seguimiento de instrucciones, y sin embargo, una excesiva información puede llevar a la demora en una decisión rápida y práctica que puede llevar a la ocurrencia de un incidente o accidente. Es necesario entender, que el error, lleva al ser humano a la búsqueda del equilibrio, de un punto intermedio que le hace estar atento y manejar adecuadamente la información para la toma de decisiones.

Este mito que es en definitiva un juicio de valor frente a las personas debería siempre superarse puesto que puede llevar a conclusiones tan equivocadas como pretender que las personas buenas, sin especificar bajo qué criterios, no se equivocan creando un halo de seguridad que hace más vulnerable los procesos. De hecho, aunque es necesario realizar una juiciosa planeación, es también fundamental imprimir en ella la flexibilidad necesaria para que se adapte a los cambios sucesivos a fin de continuar sin perder el norte pero respondiendo a las circunstancias. A este respecto puede pensarse también en el equilibrio.

Con relación al tercer mito de Reason podría analizarse muchos ejemplos en los que un solo error humano fue el detonador de un accidente grave, incluso con pérdida de vidas allí el punto es que ese no fue el único error, pero si el error grave, porque basta analizar rápidamente que podría relacionarse con varios errores a diferentes niveles de la organización muchas veces pasados por alto y que juntos pueden contribuir a un desastre mayor. Es claro entonces que no se trata de una sino de varias causas, incluidas fallas técnicas y de organización, que condujeron al resultado final. Al respecto, la Health and Safety Executive(19) se refiere a que muchos accidentes e incidentes menores 'cotidianos' que también involucran fallas humanas están relacionados directamente con fallas mayores.

También afirman que el error puede estar presente independientemente de la cantidad de capacitación y experiencia de las personas o de su motivación para actuar de manera correcta, pero de igual manera siempre existe un potencial de daño que puede ser más serio en los trabajos donde las consecuencias de los posibles errores no tienen ningún control. Sin embargo, aclaran que pueden ocurrir en cualquier lugar y no solamente en tareas críticas, que es donde generalmente se enfocan los esfuerzos.

5.1.2 La fiabilidad humana.

Para habar de fiabilidad, el Instituto de seguridad e higiene en el trabajo de España adoptó la definición de la Comunidad Económica Europea para la cual se trata de "Conocimientos que se refieren a la predicción, análisis y reducción del error humano, enfocándose sobre el papel de la persona en las operaciones de diseño, mantenimiento, uso y gestión de un sistema sociotécnico"(20). Definición utilizada recurrentemente.

Ahora bien, citando a Rodríguez puede verse cómo también puede verse desde las perspectiva del error y asi "la confiabilidad inherente de un sistema se relaciona con el número de fallas que ocurren en determinado tiempo y bajo específicas condiciones de operación"(10), y la confiabilidad humana, se refiere al número de errores que se cometen en un tiempo determinado y bajo condiciones específicas

de trabajo. Y si esto se traduce en la confiabilidad operacional, se sumarian las fallas técnicas y las fallas humanas resultantes de la interacción de las personas con el sistema. Siendo una relación de largo aliento pues inicia desde el momento mismo del diseño con las limitaciones consecuentes que según Leplat y Terssac pueden verse fácilmente porque “Las técnicas están diseñadas por hombres, y los accidentes e incidentes muestran fallas de acoplamiento entre el hombre y su tarea”(21) y si esto se complementa con problemas de diseño de los procesos o una deficiencia en el control de las condiciones en las cuales operan las personas puede observarse que los factores humanos de confiabilidad necesitan ser mejor entendidos para asegurarlos y estudiarlos asociándolos con el de los factores técnicos y organizacionales.

A continuación se describen diferentes clasificaciones del error a la luz de la fiabilidad:

5.1.3 Clasificación del error humano.

Según un documento académico de la Universidad de Cataluña (17)En las primeras clasificaciones de los errores humanos Norman definió dos tipos básicos de error: desliz y equivocación. El primero referido a la ejecución de una acción que no es la que la persona se proponía realizar. La explicación de su presentación se refiere a una activación defectuosa por dificultades con la atención, por asociación, o por un desencadenamiento prematuro de la respuesta. La segunda, llamada equivocación,

se refiere a un error en la formación de la intención y/o en la determinación de los objetivos. Aquí es claro que se realiza lo que se pretendía realizar pero sin embargo el resultado no es el esperado. Reason(14) explica las equivocaciones diferenciando en ellas dos tipos, las primeras como sucesos ocurridos al aplicar una norma habitualmente adecuada y las segundas, cuando se encuentra frente a una situación nueva y no se está seguro de lo que se está haciendo. Ambas están relacionadas con la norma, la primera por estar errada y la segunda por desconocerla.

Continuando con la clasificación, también Reason se refiere a los errores, que son descritos en términos de: deslices, descuidos y lapsus que pueden ser el resultado de fallos de reconocimiento por identificar erróneamente objetos señales o mensajes, por no detectarlos o por percibirlos mal. También se encuentran los fallos de memoria, de atención y los errores de interferencia.

Los consultores Lardner y Scaife(22) en Reino Unido, publicaron una recopilación de modelos de fiabilidad y describen el componente netamente interno del ser humano en la ocurrencia de los errores en cualquiera de estas etapas:

. Error de percepción, percepción o interpretación incorrecta

. Error de memoria, olvidando una parte del procedimiento

. Error de decisión, cuando no hay integración de toda la información y por lo tanto el diagnóstico de la situación es errónea.

. Error de acción, asociado a descuido

Dentro de la fundamentación de los modelos de comportamiento que incluyen técnicas de análisis de fiabilidad se encuentra el modelo ABC presentado por Fleming y Lardner (23) en 2002 conformado por: Antecedentes, Comportamiento y Consecuencias (Antecedents, Behaviour and Consequences, por su sigla en inglés) que da importancia a los antecedentes que preceden al comportamiento, estos son normas y procedimientos, herramientas y equipos, información, señales, habilidades y conocimientos, formación y comprensión del objetivo de la tarea. Así un comportamiento se asegura cuando los antecedentes son adecuados a la tarea y las consecuencias asociadas apoyan el comportamiento deseado, es decir, los antecedentes activan el comportamiento y las consecuencias lo direccionan.

Para algunos autores como Escalante y Herrero(23) los errores operativos o de comportamiento se caracterizan por ser inconscientes y no deliberados. Los autores se refieren a ello con ejemplo como: “No veo un semáforo, me lo salto” y explican que si bien ese comportamiento generó un accidente la persona no tuvo intención de provocarlo, este tipo de errores, es descrito por varios autores como Reason, quien integró las clasificaciones de error de Norman y de Rasmussen en

el modelo Generic Error Modeling System (GEMS) (17)Para este modelo la clasificación se inicia con un acto inseguro que puede ser intencionado o no. Las acciones intencionadas son las acciones no deseadas asociadas a la acción, es decir, no se realiza lo que inicialmente estaba planeado y allí entran los dos tipos de error de Norman: desliz y lapsus. Por su parte las acciones intencionadas son las que se realizan por un error en la planeación en la generación de la intención. En ella entran dos tipos de acciones: las equivocaciones y las violaciones. En las primeras hay una intención errónea pero sin haber una decisión deliberada de ir en contra de lo establecido, tal es el caso, como se explicó antes, de los procedimientos equivocados. Y en las violaciones si hay una modificación o incumplimiento deliberado de lo planeado. Reason, a su vez, diferencia aquí dos tipos de violaciones: La violación de procedimientos cuando no se cumple con el procedimiento definido, y la violación excepcional cuando alguna normativa se ignora deliberadamente para poder llevar a cabo una tarea. Esta categorización puede verse en la figura Nº 1.

.

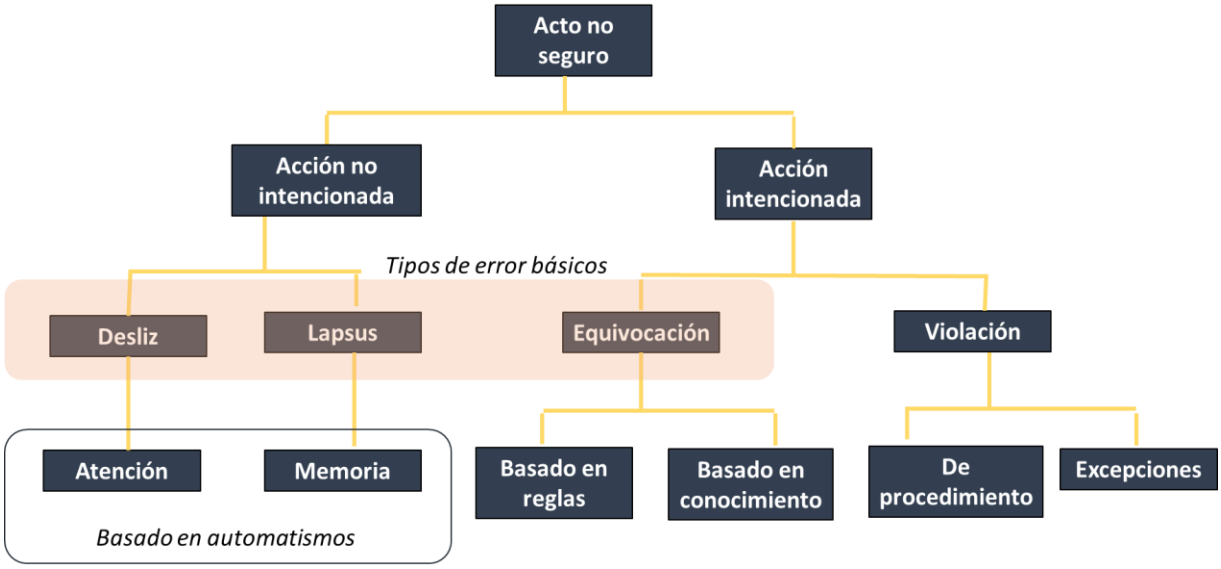

Figura Nº1 Clasificación de los errores según el modelo GEMS

Dentro de la versatilidad de los errores se hace referencia a los errores basados en las destrezas, descuidos y olvidos, y por otro lado se identifican las equivocaciones. Reason en el panorama de los errores por descuidos y lapsus, especifica la existencia de tres tipos: los fallos de reconocimiento (percepción), fallos de memoria y fallos de atención. También ambos análisis presentan dos tipos de equivocaciones: las basadas en reglas y normas que ocurren cuando se aplica la norma y a pesar de ello el resultado no es favorable, y las basadas en el conocimiento que puede o no ser el correcto. Las equivocaciones basadas en reglas pueden suceder bien porque haya una interpretación inadecuada de la norma o porque definitivamente la regla no aplica, aspecto importante a la luz del modelo ABC en el cual enfatizan en verificar entre los antecedentes cómo está descrita la

norma. Finalmente, están las violaciones o infracciones, que como se dijo, suponen intención porque se conoce que no se llevará a cabo la conducta esperada, pueden aparecer de manera excepcional, como respuesta a una situación específica o por el contrario haberse convertido en una infracción rutinaria.

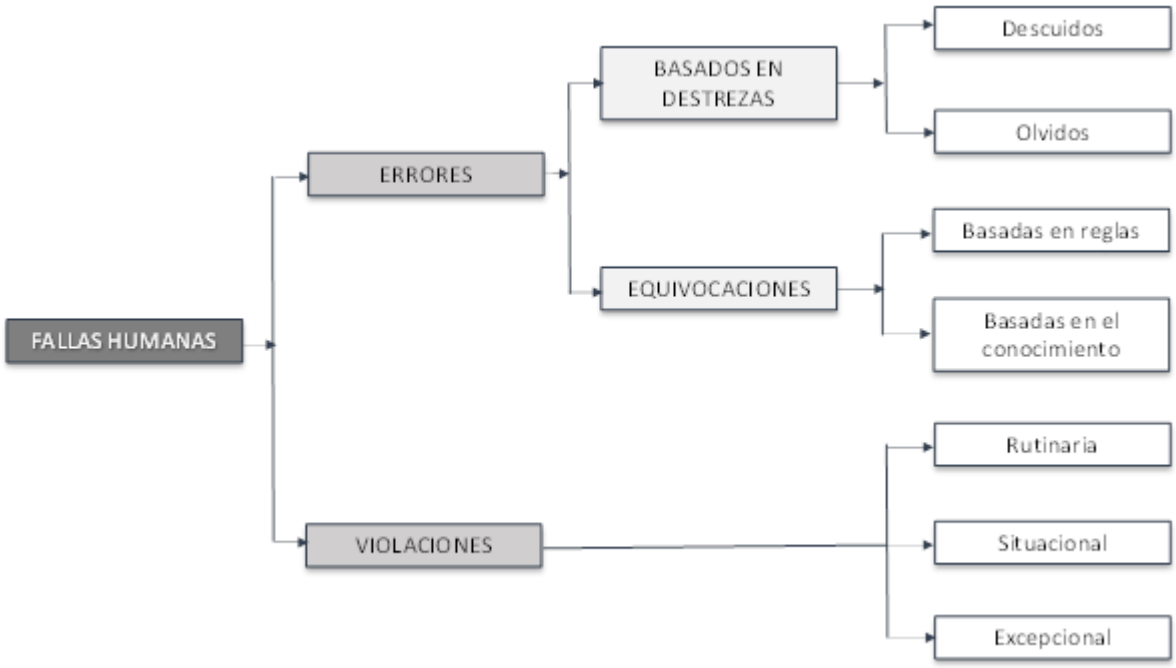

Figura Nº 2 Tipos de fallas humanas. Tomado de: Reducing error and influencing behavior de la HSG

Estos análisis explican las responsabilidades y la necesidad de atender las consecuencias de manera proactiva. La Tolerancia lleva a la costumbre, sin embargo, en otro extremo, la inadecuada “lectura” del error solo lleva a la culpa y el castigo. “Ambas posturas generan incertidumbre y falsa seguridad. La primera por dejar de ver las fallas y la segunda por ocultarlas”(24)

5.2 Las decisiones

Andrew Zolli y Ann Marie Healy(25), él experto en innovación y ella periodista, en 2012 presentaron su libro *Resiliencia* donde hacen esta reflexión que permite iniciar el entendimiento de los diferentes tipos de fallos humanos:

> Los grandes fallos "Suelen ser el resultado de la acumulación casi imperceptible de mil pequeñas decisiones altamente distribuidas" (…) "La falta de consecuencias ante decisiones poco seguras hace que los errores y los comportamientos de alto riesgo parezcan aceptables"(25)

Las decisiones se basan en una evaluación de la información existente para determinar un curso de acción determinado que puede fallar por omisión o por acción o por procedimientos deficientes que se caracterizan porque en ellos se ha permitido que los errores de juicio y de razonamiento se conviertan en formas normalizadas de trabajo(26). Esta característica permite que los errores trasciendan en el tiempo sin que haya interés por mejorar la información, en parte porque nadie es consciente de la carencia de información viable y porque con el paso del tiempo la información recibe la validación del grupo al punto que la verdad verdadera es cuestionada como falsa, más esto no se trata solamente de un error de percepción de un grupo humano sin importancia, en el ámbito laboral ésto puede tener grandes implicaciones. Dejoy describió, al respecto, la importancia de varios factores

externos que contribuyen en la toma de decisiones que está influenciado por la percepción del riesgo por parte del trabajador y la valoración subjetiva que hace de la situación. Igualmente reconoce la existencia de los factores de activación, que son “características del entorno o del sistema que promueven o impiden el comportamiento seguro” (17) Esta capacidad de adaptación al error va minando la seguridad de los sistemas, o como recalcan Zoli y Healy “La falta de consecuencias ante decisiones poco seguras hace que las decisiones y los comportamientos de alto riesgo parezcan aceptables”(25)**.** Esta posibilidad de pasar por alto las reglas y procdimientos derivada de la validación del grupo es susceptible de rutinizarse máximo si se callan voces de alerta y al entrar en el silencio de la aceptación va llevando al sistema al umbral crítico en el cual cualquier falla, incluso pequeña, puede evidenciar la fragilidad de los controles.

Es necesario mencionar además que dentro del tratamiento de la información y la toma de decisiones de las personas los procesos cognitivos llevan a recorrer un camino que Rasmussen describió dividiéndolos en tres tipos de procesos que no dependían de la tarea en si sino de la experiencia de la persona en la ejecución de esa tarea: Actos basados en automatismos, basados en reglas y por último, basados en conocimiento que van en grados ascendentes de conciencia.

Este camino del procesamiento cognitivo para la toma de decisiones puede verse en la figura N°3.

Figura Nº 3 Modelo SKR de Rasmussen(17)

A su vez Reason(14) explica que cuando las soluciones pre-programadas no aplican para determinadas situaciones la persona se ve en la obligación de crear una nueva solución “sobre la marcha” donde no aplica lo automático de la tarea sino que debe recurrir a su control consciente. Si a este concepto e le suma la influencia de las emociones en el ser humano al tomar decisiones, se puede integrar el modelo SRK con las propuestas de Rodríguez (27) cuando presenta de igual manera tres posibilidades ascendentes: Certidumbre, cuando

se cuenta con la experiencia previa; ansiedad y temor cuando hay riesgo asociado porque se espera incrementar la seguridad para tomar la decisión adecuada; e incertidumbre, cuando la situación es novedosa y la persona no cuenta con la capacidad inmediata para entender la situación y por lo tanto desconoce cómo proceder.

Al realizar una integración de ambos modelos SRK y UDI surge una propuesta interesante de análisis para el componente cognitivo y el componente emocional en la toma de decisiones como puede verse en la figura 4.

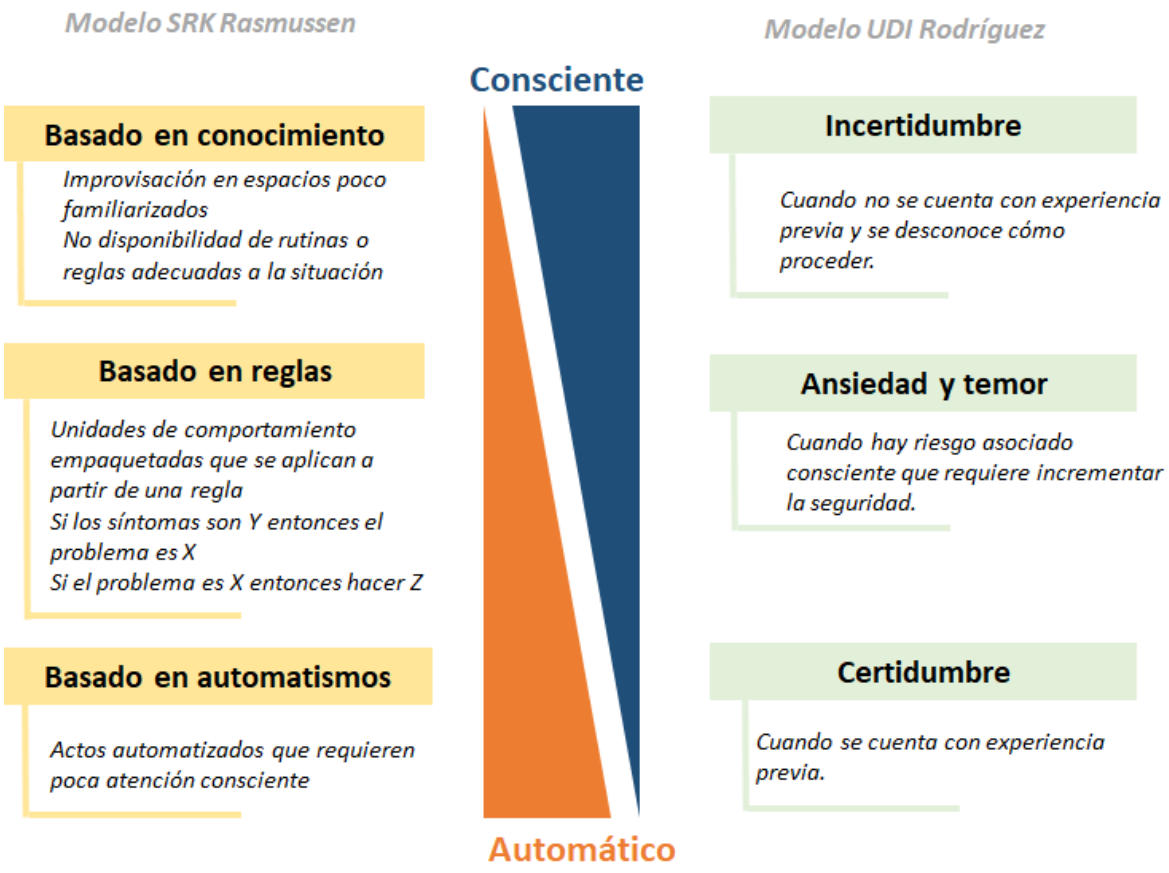

Figura Nº 4 Procesos cognitivos y componente emocional en la toma de decisiones.

El proceso puede describirse como: La persona se enfrenta a una situación en la que debe tomar una decisión:

1. Si conoce el proceso y cuanta con experiencia previa con resultados exitosos aplicará su acto automatizado con toda certeza.

2. Si requiere aplicar las reglas ya establecidas que explican qué hacer bajo las circunstancias cambiantes procura hacerlo experimentando

ansiedad y temor porque entiende que de su elección dependen otros procesos.

3. Si se enfrenta a una circunstancia con la cual no cuenta con experiencia y sobre la cual no existen protocolos para seguir, debe buscar información para construir él mismo un curso de acción definido del cual sabe puede ser exitoso o fracasar y que le significa altos niveles de incertidumbre.

5.2.1 Toma de decisiones y errores humanos.

La toma de decisiones es un elemento fundamental al momento de hablar de la fiabilidad humana, pues las acciones están precedidas por la toma de decisiones que en algunos casos, como es el ocurrido en los accidentes laborales, fue inadecuado, no se contó con loa información suficiente o simplemente no estuvo presente.

El modelo de Rasmussen(28) distingue ocho etapas en el proceso de tratamiento de la información y toma de decisiones: Activación, observación, identificación, interpretación, evaluación, selección de objetivo, elección del procedimiento y ejecución. Reason, por su parte, definió un modelo denominando Sistema del Modelado del Error genérico, en el cual muestra el paso por los niveles de manera dinámica en una constante toma de decisiones iniciando por la posibilidad de

responder automáticamente, pasando a buscar las reglas que permitan solucionar el problema o cumplir la tarea y al no encontrar la solución continuar el camino hacia el conocimiento para aprender y conocer la regla.

Una de las dificultades que evidencian la complejidad de hablar de los accidentes laborales y la toma de decisiones es descrito por Dekker (29)en los llamados Modelos Sistémicos avanzados cuyo enfoque se basa en el concepto de que “los accidentes son provocados por combinaciones inesperadas de acciones humanas”(30). Esto supone que si un trabajador comete una equivocación, que como ya se dijo se supone correcta, el problema surge al combinarse con otras circunstancias ya que puede generar el evento indeseable. En este caso lo mas probable es que la culpa recaiga en el trabajador involucrado en el evento, por su participación y porque su decisión fue la generadora del accidente, sin embargo, Arévalo, en este modelo reconoce que es la relación sutil con otras circunstancias, como la describió, la que materializa el problema. Esto lleva a la reflexión de que el error en la decisión probablemente involucra más actores y se requiere identificar las condiciones latentes o debilidades más a fondo si de verdad se desea trabajar para la prevención y evitar la repetición.

5.2.2 Actos voluntarios e involuntarios.

Ya en el apartado anterior se describió el modelo de Rasmussen según el cual el primer nivel cognitivo implicaría una actividad involuntaria, automática que, al aplicar los conceptos ya descritos en la clasificación del error humano, llevaría a pensar que si una persona falla en este nivel pudo haber sucedido tanto un error como una equivocación, esto es, si la persona aplicó un procedimiento automático y no le funcionó se trató de una equivocación, y si por el contrario se distrajo u olvidó un paso específico, se trató de un error.

Estos conceptos son necesarios para ahondar en términos de si los actos son voluntarios o involuntarios, por lo que puede resumirse brevemente así:

	Voluntarios	**Involuntarios**
Errores por dificultades atencionales o memoria		**X**
Errores por lapsus o descuidos		**X**
Equivocaciones por falta de procedimiento	**X**	
Equivocaciones por aplicación de procedimiento mal diseñado	**X**	
Violaciones de procedimiento	**X**	
Violaciones excepcionales	**X**	

Tabla 1: Distribución básica de errores voluntarios e involuntarios

Aquí llama la atención las equivocaciones, las cuales siempre son voluntarias, bien porque se quiso aplicar un procedimiento que no era adecuado en la situación particular o porque se aplicó un procedimiento desactualizado o más diseñado. La diferencia reside en que en el caso de las violaciones la persona conoce la manera correcta y adecuada de actuar, sin embargo no lo hace por decisión propia.

Cabe aquí realizar un análisis situacional comparativo de las equivocaciones y los errores aplicando conceptos de la gestión del error(17): La persona que comete errores, aunque en el estado inicial no consideraba a posibilidad de errar, cae en lo que la fiabilidad llama estado erróneo y lo enfrenta porque de inmediato sabe lo que pasó y este estado lo lleva a aplicar la etapa de recuperación; en la cual busca aplicar una estrategia que le permita recuperar el sistema o la tarea o le permita regresar al estado inicial. Todo esto lleva a tener en cuenta las posibilidades del ser humano para realizar acciones que le permitan retomar con éxito la tarea, sin embargo, esto demanda conocimiento y experiencia. Ahora, por el contrario, quien cometió una equivocación tiene la certeza de haber hecho lo correcto y se entera más tarde del problema quedándole poco o nada de tiempo para realizar una recuperación. Este procedimiento cobra importancia al momento de analizar los incidentes y los accidentes tanto por la necesidad de conocer si se trató de actos involuntarios o voluntarios, como por aprender de los cursos de acción asumidos por los involucrados al momento de intentar recuperar el sistema o la tarea.

5.2.3 La culpa.

Con relación a la culpa, el código civil Colombiano, ley 87 de 1873(31), en su artículo 63, distingue tres especies de culpa o descuido. Culpa grave, negligencia grave, culpa lata, es la que consiste en no manejar los asuntos ajenos con aquel cuidado que aun las personas negligentes o de poca prudencia suelen emplear en sus asuntos propios. Se expresa en el código:

> "Esta culpa en materias civiles equivale al dolo. Por su parte la Culpa leve, descuido leve, descuido ligero, es la falta de aquella diligencia y cuidado que las personas emplean ordinariamente en sus asuntos propios. Culpa o descuido, sin otra calificación, significa culpa o descuido leve. Esta especie de culpa se opone a la diligencia o cuidado ordinario o mediano. Culpa o descuido levísimo es la falta de aquella esmerada diligencia que una persona juiciosa emplea en la administración de sus asuntos importantes. Esta especie de culpa se opone a la suma diligencia o cuidado. El dolo consiste en la intención positiva de inferir injuria a la persona o propiedad de otro"(31)

Esta transcripción, intencional por demás, muestra cómo varios de sus apartes llevan a reflexiones interesantes sobre la diligencia, cuidado y descuido de las personas, de la empresa por ellos, de ellos por sus compañeros y de ellos por ellos mismos.

Por su parte, en artículo 23 del código penal se define la culpa como "La conducta es culposa cuando el resultado típico es producto de la infracción al deber objetivo

de cuidado y el agente debió haberlo previsto por ser previsible, o habiéndolo previsto, confió en poder evitarlo”(32)

Ello traslada la reflexión a la misma definición de investigación de accidentes, luego, es un deber, una obligación y una necesidad, desarrollar un buen ejercicio a fin de generar las mejoras necesarias para evitar su repetición, en el caso de los accidentes y su materialización en el caso de los incidentes.

5.3. La investigación de accidentes e incidentes

Segùn una publicación del Instituto de Seguridad de Australia, los primeros en presentar análisis de causalidad documentados fueron la compañía química multinacional Dupont que mostró gran interés y énfasis hacia el estudio de los accidentes desde su creación en 1802 dado lo peligroso de su labor con explosivos, y esa experiencia los fue llevando a tener conocimiento sobre las causas de eventos catastróficos hasta llevarlos a decretar la meta de cero accidentes en 1915.

“La investigación de accidentes es en esencia una actuación preventiva cuyo punto de arranque es, paradójicamente, la previa existencia de un accidente de trabajo”(33).

El Instituto de Higiene y Seguridad en el Trabajo de España, describe la gran importancia de la investigación de un accidente, porque aunque si bien, lo ideal sería investigar bajo supuestos para prevenir la ocurrencia de accidentes de trabajo, los accidentes son un hecho consumado y por tanto aportan toda la objetividad en los datos indicando la existencia real de un riesgo que, no detectado o infravalorado previamente, solo pudo ser “visible” a través de sus consecuencias. “El registro de estos casos y su tratamiento estadístico proporcionan datos sobre cómo, dónde, cuándo y cuántos accidentes se producen, pero no informan sobre por qué ocurren”(33). Esto genera la gran responsabilidad de realizar una completa investigación que permita generar controles para evitar su repetición.

Según la Fuerza Aérea colombiana, en la investigación de accidentes de aviación se evalúan esencialmente tres factores: el humano, el técnico y el medio ambiental(6). Y su información brinda una oportunidad única para obtener una visión importante de la cultura de la seguridad e identificar posibles áreas problemáticas. Los análisis de incidentes generalmente establecen la secuencia de eventos y las causas principales. Adicionalmente, teniendo en cuenta los factores

humanos, puede obtenerse más información al determinar por qué el trabajador no reconoció, o eligió ignorar, el riesgo que tenía en frente.

Todo el recorrido teórico en el error humano, que a este punto muestra varios escenarios comunes en la taxonomía puede llevar a perderse en la conceptualización de la toma de decisiones, sin embargo, en el campo de la aplicación al análisis posterior al accidente o incluso en el campo de la prevención, es cuando cobra un verdadero sentido el uso de estas diferentes caracterizaciones, al respecto Marchito, de la Facultad de Psicología, Universidad de Granada, afirmaba cómo “Las taxonomías no serían útiles si no ayudaran a interpretar correctamente la realidad”

De manera muy clara para la industria aérea, “se considera que un accidente se produce por factor humano cuando es debido al error de los pilotos o de otras personas que intervienen en las operaciones aéreas”(1)

Carlos Arévalo, presidente de la Asociación de Ingenierías de Seguridad y Salud en obras de construcción en España I,SSCO, llama la atención frente a la necesidad de evitar el término “causa” y en cambio hablar de “factores causales” y los define como: “actos o condiciones necesarias y suficientes para contribuir a la secuencia del accidente”(30).

Según el Instituto de seguridad de Australia, la investigación de incidentes es una herramienta retrospectiva utilizada para mejorar el control de los peligros en el ambiente de trabajo y que demuestran las fallas de los sistemas.

Cada vez que se investiga un incidente debería tenerse en cuenta:

- Los incidentes a menudo surgen debido a una combinación altamente inusual de problemas. Por lo tanto, la investigación puede tratar solo con esa combinación, y otros factores que podrían haberse identificado en la investigación no se modifican.

- Los Incidentes de alta probabilidad pero baja consecuencia (HPLC) que son catalogados como contratiempos "cotidianos" al no causar un daño importante, pueden convertirse en el foco principal de una organización enfocada a la prevención.

5.3.1 Marco legal de la investigación de incidentes y accidentes laborales en Colombia

En Colombia la investigación de incidentes y accidentes laborales es obligatoria para todo tipo de empresas y su fin es aplicar las medidas correctivas y preventivas necesarias así como mantener un sistema de información que permita el monitoreo de la situación. Este procedimiento está incluido en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el trabajo cuyo contexto legal se pasa a describir.

5.3.1.1 Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el trabajo.

La Comunidad Andina de las Naciones (CAN) se inició con la suscripción del acuerdo de Cartagena el 26 de mayo de 1969. Formada por Estados miembros: Bolivia, Perú, Colombia, Ecuador. Estados asociados: Argentina, Brasil, Chile, Paraguay, Uruguay. Estados observadores: España, México, Panamá.

A través de los años en la CAN se han emitido diversas normas en materia de derechos humanos. Entre ellas se destacan el Instrumento Andino de Migración Laboral , el Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo y la Carta Andina para la Promoción y Protección de los Derechos Humanos . Las normas de la Comunidad Andina confieren derechos y obligaciones no sólo a los países miembros, sino también a los ciudadanos y a las empresas.

En el 2005 la CAN aprobó el Reglamento del Instrumento Andino de Seguridad y Salud en el Trabajo (Decisión 548) dirigida a “Impulsar acciones de prevención de riesgos derivados del trabajo en el ámbito geográfico de la CAN” y buscaba que los países miembros tomáran medidas pertinentes para lograr condiciones que permitieran mejorar la seguridad y salud en los trabajadores consiguiendo con ello aumentar la posibilidad de protección de su integralidad física y mental. El instrumento andino de Seguridad y Salud en el Trabajo sería aplicado a todas las

ramas de la actividad económica de los países miembros y los trabajadores según el criterio de cada país

En el articulo 11 del documento se expresa que en todo lugar de trabajo se deberán tomar medidas tendientes a disminuir los riestos laborales y para tal fin, las empresas elaboraran polanes integrales de prevenciòn de riesgtos que comprenden acciones especificas entre ellas:

> " Investigar y analizar los accidentes, incidentes y enfermedades de trabajo, con el propósito de identificar las causa que los originaron y adoptar acciones correctivas y preventicas tendientes a evitar la ocurrencia de hechos similares, ademas de servir como fuente de insumo para desarrollar y difundir la investigaciones y la creaciòn de nuevas tecnologias"(34)

5.3.1.2 Decreto 1072 de 2015.

Se trata del Decreto Único Reglamentario del Sector Trabajo el cual compila normas reglamentarias preexistentes donde se incluye un capítulo que tiene por objeto definir las directrices de obligatorio cumplimiento para implementar el Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) cuyo artículo 2.2.4.6.32 se refiere a la Investigación de incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales según el cual la investigación de las causas de los incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales, debe adelantarse

acorde con la Resolución número 1401 de 2007 expedida por el entonces Ministerio de la Protección Social(35), hoy Ministerio del Trabajo, y las disposiciones que los modifiquen, adicionen o sustituyan. Segùn el decreto, el resultado de esta investigación, debe permitir entre otras, las siguientes acciones:

- Identificar y documentar las deficiencias del Sistema de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo (SG-SST) lo cual debe ser el soporte para la implementación de las acciones preventivas, correctivas y de mejora necesarias
- Informar de sus resultados a los trabajadores directamente relacionados con sus causas o con sus controles, para que participen activamente en el desarrollo de las acciones preventivas, correctivas y de mejora;
- Informar a la alta dirección sobre el ausentismo laboral por incidentes, accidentes de trabajo y enfermedades laborales
- Alimentar el proceso de revisión que haga la alta dirección de la gestión en seguridad y salud en el trabajo y que se consideren también en las acciones de mejora continua.

5.3.1.3 Resolución 1401 de 2007.

Resolución del Ministerio de la Protección Social por la cual se reglamenta la investigación de incidentes y accidentes de trabajo. En ella se pretendía unificar las variables buscando que sus resultados se pudieran aplicar en el desarrollo de

sistemas de vigilancia epidemiológica y en la recolección y análisis de información estadística y tiene por objeto: “Establecer obligaciones y requisitos mínimos para realizar la investigación de incidentes y accidentes de trabajo, con el fin de identificar las causas, hechos y situaciones que los han generado e implementar las medidas correctivas encaminadas a eliminar o minimizar condiciones de riesgo y evitar su ocurrencia”(12)

En el artículo 6ª de esta resolución, metodología de la investigación de incidente y accidente de trabajo, dice que el aportante podrá utilizar la metodología de investigación que más se ajuste a sus necesidades y requerimientos de acuerdo con su actividad económica, desarrollo técnico o tecnológico, de tal manera que le permita y facilite cumplir con sus obligaciones legales y le sirva como herramienta técnica de prevención.

En el artículo 11, causas del accidente o incidente, describe que se trata de las razones por las cuales ocurre el accidente o incidente define que en el informe se deben relacionar todas las causas encontradas dentro de la investigación, identificando las causas básicas o mediatas y las inmediatas y especificando en cada grupo el listado de los actos subestándar o inseguros y las condiciones subestándar o inseguras.

5.3.1.4 Resolución 1111 de 2017.

Resolución del Ministerio de trabajo de Colombia por la cual se definen los Estándares mínimos para el Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo para empleadores y contratantes y tiene por objeto “Implementar dichos estándares para las entidades, personas, o empresas , los cuales son un conjunto de normas, requisitos y procedimientos de obligatorio cumplimiento de los empleadores y contratantes, mediante los cuales se establece, verifica y controla las condiciones básicas de capacidad tecnológica y científica, de suficiencia patrimonial y financiera y de capacidad técnico-administrativa, indispensables para el funcionamiento, ejercicio y desarrollo de actividades en el Sistema General de Riesgos laborales”

5.3.2 Métodos de investigación de incidentes y accidentes laborales

En Colombia los métodos más utilizados en la investigación de accidentes son: el árbol de causas, 5W1H (los 5 por qué) y espina de pescado. En los cuales se trata de encontrar el camino hacia los orígenes para identificar la causa raíz.

Frente a cuál método es mejor que otro los investigadores coinciden que es el enfoque el que determina el método, por lo tanto esa es la manera más adecuado de elegir.

El profesor Johnson(36) de la Universidad de Glasgow presentó, en 2009, una propuesta para la Agencia Europea de telecomunicaciones ENISA (European Union Agency for Network and Information Security) sobre los requisitos que deben tener las herramientas de investigación de accidentes e identificó tres enfoques:

- Modelos secuenciales simples en los que se incluían entrevistas y análisis de causalidad.
- Modelos organizacionales, los cuales además de lo anterior, incluían mapeo gráfico de factores intervinientes y el análisis de cambio y consecuencias.
- Finalmente el modelo que llamaron de próxima generación, en el cual que incluye además análisis estadístico profundo y simulación para los procesos de capacitación a todos los estados miembros de ERA.

Con igual sentido, profesores de la universidad de Twente en Enschede, países bajos, realizaron un estudio con la agencia de telecomunicaciones del país buscando los métodos de investigación que se adaptaran más a sus necesidades y para ello analizaron información sobre modelos y métodos de análisis los cuales clasificaron en cuatro categorías basándose en la clasificación del profesor Erik Hollnagel(37), quien cuenta con una gran trayectoria en temas de seguridad industrial, ingeniería de resiliencia, seguridad del paciente, síntesis de seguridad y diseño de sistemas socio-técnicos a gran escala, en países como Dinamarca,

Suecia, Alemania y Australia. Esta clasificación divide los métodos y modelos en tres tipos:

- *Secuencial:* Describen el accidente como el punto final de una cadena de causas
- *Epidemiológicos*: Describen el accidente como el resultado de la interacción entre varias entidades y actores, incluso algunos imperceptibles. Su énfasis es la descripción de los factores latentes que contribuyen a al desarrollo de un acto inseguro en un accidente.
- *Modelos sistémicos: Describen al accidente como el resultado de la* interacción entre un sistema y su contexto, donde uno de los componentes claves es la retroalimentación.

lo ideal sería incluir siempre el contexto socio técnico y lograr un método completo relacionando varios modelos así:

1. Revisar todos los eventos que tienen una relación causal con el accidente
2. Describir todo el proceso del accidente involucrando los eventos,
3. Identificar las condiciones que favorecieron los eventos y los eventos que generaron las condiciones
4. Identificar los componentes, los mecanismos de retroalimentación y los mecanismos de control que intervinieron en la ocurrencia del accidente.

Sin embargo, también aclara que siempre los métodos secuenciales son los de más rápida resolución y los netamente sistemáticos requieren tiempo y recursos, de

modo que es importante analizar el objetivo de la investigación y determinar el alcance requerido de tal manera que se pueda, si se quiere, realizar inicialmente una investigación secuencial y posteriormente una epidemiológica para encontrar oportunidades de mejora más claras(37).

Según estos enfoques y modelos generales, se observa que aún dependiendo de la orientación que se de en el ejercicio de la investigación, el árbol de causas es la metodología aplicada por diferentes equipos, sin embargo, la profundidad depende de los ejecutores.

5.3.2.1 Árbol de causas

Según la Universidad de Cataluña: “Es un procedimiento deductivo descendente que permite la representación de sucesos iniciando en el no deseado (accidente) y se va definiendo la combinación de fallos que se necesita que ocurran para causar el suceso no deseado”(17).

Según la definición del Instituto de Seguridad e Higiene en el trabajo de España, “Parte del accidente realmente ocurrido y utiliza una lógica de razonamiento que sigue un camino ascendente y hacia atrás en el tiempo para identificar y estudiar los disfuncionamientos que lo han provocado y sus consecuencias”(33). Este método se basa en teoría de que siempre los accidentes son multicausales y se trata de un método ascendente o inductivo identificando los problemas que lo

provocaron, es considerado un diagnóstico ya que busca identificar el estado del sistema conociendo el síntoma (33). El árbol de causas, es uno de los métodos más utilizados y su ventaja es que permite profundizar en las causas en secuencia lógica pero también en causas que no están directamente relacionados con el accidente.

Esta metodología permite ser aplicada dentro de un alcance más secuencial (muestras, entrevistas, análisis técnico) pero también bajo la mirada de la fiabilidad que permite profundizar el componente humano dentro de las causas.

5.4 Análisis de la fiabilidad humana

El análisis del error humano es complejo ya que el ser humano actúa siempre bajo la acción de un gran número de variables personales, organizacionales, situacionales y ambientales, que a menudo imposibilitan la determinación definitiva de las causas(9)o que hace aún más complejo desarrollar propuestas para la prevención del error.

El análisis de la fiabilidad humana básicamente se realiza con tres objetivos:

- Prevenir la ocurrencia de nuevos errores
- Mejorar los sistemas a fin de que puedan tolerar la ocurrencia de errores
- Tomar medidas consecuentes con relación a las causas reales de los errores

Los análisis han tenido diferentes enfoques a través de los años donde se cuenta desde un enfoque centrado en la persona, donde se considera inaceptable la presencia de errores y por ende no se acepta la variabilidad del ser humano, el cual, debe seguir unas reglas establecidas tal y como le fueron indicadas, de modo que cuando no son cumplidas se toman medidas disciplinarias y como estrategia preventiva se apela a campañas motivadas por el miedo. Este, como muchos enfoques que se suele comparar actualmente, no ha sido superado en muchos espacios laborales donde se conoce que se presenta el sub-registro por temor a despidos o medidas disciplinarias vergonzantes.

Otro tipo de análisis son los centrados en el sistema, donde “los errores se ven como consecuencias más que como causas, originados por factores adversos más que por la perversidad de la naturaleza humana (…) lo importante no es quién metió la pata sino por qué fallaron los sistemas de seguridad” (17)

Mientras aún se aplican métodos de análisis que buscan culpables, la fiabilidad ha evolucionado hacia la conjugación indisociable de la fiabilidad técnica y la fiabilidad humana. Al respecto, en el documento de Análisis del error Humano de la Universidad de Cataluña expresan que:

> “La fiabilidad global de un sistema depende de la capacidad de que disponga un sistema de producción para evitar los fallos técnicos y/u organizativos.

> Depende de la capacidad que el sistema tenga para permitir a los hombres recuperar los fallos técnicos y las dificultades en la ejecución de una tarea concreta, teniendo en cuenta sus capacidades fisiológicas, psicológicas, psíquicas y sociales”(34) .

Aquí se hace referencia a la “recuperación de los fallos” la cual es tenida en cuenta en los modelos gestión de la fiabilidad y en la que se reconoce que el ser humano puede, en algunos casos, aplicar su conocimiento para tomar decisiones adecuadas y lograr recuperarse del error para continuar el curso de la tarea. En este sentido y dentro del concepto de fiabilidad global, se reconoce una tendencia a reconocer que si bien es cierto el ser humano comete errores también ejerce influencia en la “sobre-fiabilidad” de los sistemas porque con su conocimiento puede “anticiparse, preveer, confirmar y recuperar las desviaciones no previstas del sistema, sus errores y errores de los demás. De esta manera, la variabilidad del ser humano no es considerada una debilidad del sistema sino como fortaleza porque con ella se logra capacidad de compensación y adaptación a los eventos cambiantes. Esta es una de las diferencias claras con relación a la búsqueda del comportamiento seguro según lo establecido, puesto que se sabe que habrá variabilidad en el comportamiento de las personas pero bajo una forma de “espíritu de prudencia inteligente” en la cual es conocido que habrá errores pero que de igual manera se van recuperando con la toma de decisiones basada en las circunstancias cambiantes.

Es fundamental aumentar la conciencia de que ante un accidente es necesario analizar más profundamente y preguntarse cosas como las que planteó el Ing. Oscar Velasco en Medellín en 2015:

> "Hay que hacer las preguntas correctas como:
>
> - ¿La regla podía cumplirse?;
> - ¿El jefe está mirando a otro lado y permitiendo que la regla se viole rutinariamente?:
> - ¿Es la seguridad una prioridad en la empresa?, y si lo es, ¿cuándo deja de serlo y cosas como la producción, la productividad o la calidad pasan a serlo?;
> - ¿Al trabajador se le capacita entregándole información o dándole formación?, ¿quién dicta esta formación es alguien que ha demostrado ser quien con altos estándares de seguridad garantiza el buen manejo del proceso o quién tienen mayor antigüedad en el manejo del proceso?."*

Y es necesario generar las peguntas porque, como expresa Wiegmann "a diferencia de lo tangible y cuantificable que es la evidencia que rodea fallas mecánicas, la evidencia y las causas del error humano son generalmente cualitativas y fácilmente imperceptibles" (38) Adicional a esto, el autor aclara que es común observar que las técnicas para analizar las fallas mecánicas o de ingeniería son más refinadas mientras que se tiende a desplazar la valoración de las fallas de las personas a un segundo plano con menos detalle de análisis.

*Ejercicio de capacitación con el Ingeniero Oscar Emilio Velasco Escobar, consultor experto en gestión del riesgo, empresa Plan Maestro, Medellín, mayo 2015

5.4.1 Métodos para análisis de la fiabilidad.

Dentro de los procesos de análisis de errores humanos o de fiabilidad de sistemas existen métodos cuantitativos y cualitativos, los primeros, que buscan medir la ocurrencia del error para calcular probabilidades y disminuirlas con la gestión, surgieron para la valoración de la fiabilidad en sistemas complejos con tareas críticas con un gran potencial de causar daño con la ocurrencia de errores , los segundos, cualitativos, llegaron para llenar los vacíos de los métodos cuantitativos y cuyo objeto es comprender el error. La tendencia actual es generar métodos integrales y complementarios en los cuales se llegue a conclusiones claras que miden y explican el error a fin de gestionarlo y que en general deben llevar a cabo puntos como:

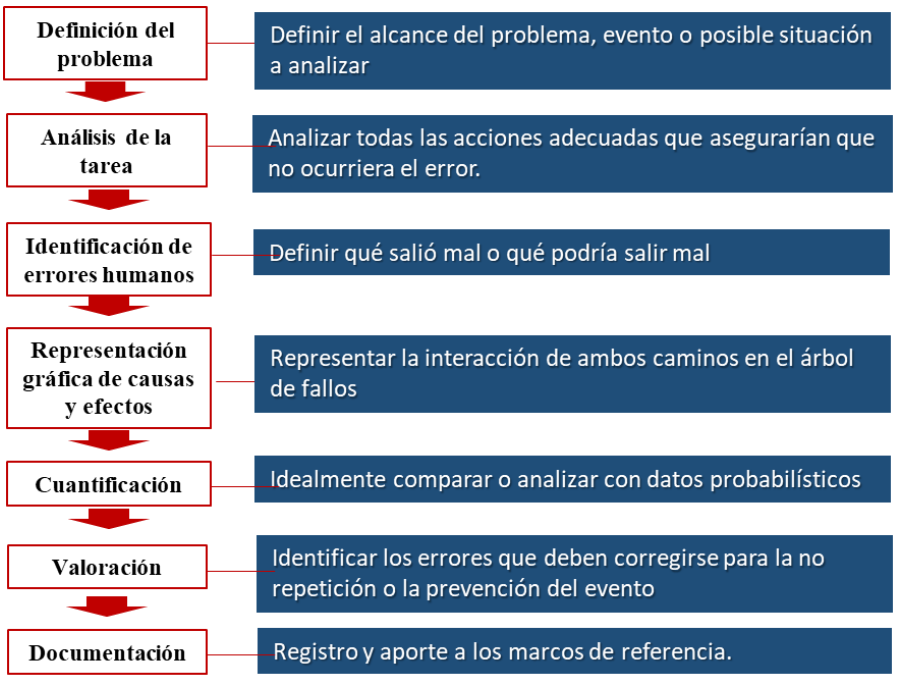

Figura Nº 5 Proceso general de análisis de la fiabilidad(17)

De las distintas técnicas para cuantificar y predecir el error humano la metodología THERP (Technique for Human Error Rate Prediction) es la más antigua, propuesto desde los años 60 por Swain y Guttmann(17). La hipótesis de base de THERP es que se puede considerar a la persona como fuente de fallos, de manera similar a un dispositivo técnico. Las tareas de la persona se descomponen en actividades elementales y su secuencia se visualiza en un árbol de eventos, juntamente con sus posibles desviaciones en forma de error de omisión o de comisión del operador e incluye los modos de recuperación, claves e informaciones necesarias para la correcta realización del procedimiento. Incluye “Factores de comportamiento” (PSF) que influyen en la respuesta de la persona y cuantifica las posibilidades de error en las tareas según los factores de comportamiento.

La técnica THERP ha sido muy aceptada en diversos campos de actividad por su capacidad de integrarse en un análisis probabilístico de riesgos y ha influido en el desarrollo de otras técnicas de análisis; pero presenta dificultades, ya que, como dicen Ruiz y Trujillo “es de aplicación muy laboriosa y los análisis tienen un componente de subjetividad importante, a causa de las múltiples elecciones de valores que se deben realizar en tablas de datos”(4) , esto ha a conducido a que con frecuencia no haya uniformidad en la identificación de errores y en los PSF a considerar para el análisis.

El método SHERPA, propuesto por Embrey en 1986, se basa en las terorias de la conducta humana de Rasmussen (automatimos y reglas) En este método el análisis e las tareas es jerárquico, incluyendo subtareas y objetivos. En el análisis de los errores humanos incluye definición de pasos que no pueden ser omitidos, definición de los criterios de éxito de las tareas, puntos de recuperación y probabilidades de recuperación, análisis del impacto del error, su efecto en las disfunciones del procedimiento humano y recomendaciones para reducir el error. Para cuantificar utiliza el método THERP.

El método SLIM (Success Likelihood Index Method) de Nureg, se basa en el método THERP, incluye la valoración de expertos para identificar los posibles errores y realiza una calificación ponderada y detallada de los PSFs determinando el índice de influencia de cada uno de ellos.

El método HEART (human Error Assesment and Reduction Technique) define un procedimiento para el análisis y cuantificación de la fiabilidad humana de manera más sencilla que explora la identidad y la magnitud de los factores que favorecen la producción del error y presenta una batería de medidas defensivas, necesarias para combatir los efectos negativos y así reducir al mínimo el impacto de la falta de fiabilidad en los procesos. Para ello utiliza una tabla de 9 descripciones de tareas genéricas adaptables a las tareas a analizar y cada una de ellas cuenta con la

probabilidad de error calculada e igualmente cuenta con la descripción de las condiciones para la producción del error, también cuantificado de modo que la relación de ambos elementos permite estimar la fiabilidad humana (17)

Varios elementos aportan estas metodologías que han sido utilizadas en procesos complejos y que han demostrado sus bondades y carencias. Sus aportes a la visualización de eventos como un fenómeno analizable, explicable y prevenible permite su monitoreo y a creación de controles o estrategias para la no repetición, sin embargo, las nuevas tendencias han encontrado sus carencias con relación al efecto de la cultura y las características sociales dinámicas de las empresas que ha fijado el nuevo camino para la fiabilidad humana, la fiabilidad global y la fiabilidad de grupos de trabajo en la búsqueda por disminuir la incertidumbre con sistemas de alta fiabilidad.

Es claro entonces la necesidad de identificar claramente el tipo de fallo y actuar en consecuencia, sin embargo, desde el aprendizaje y la resiliencia el enfoque no debe ser únicamente hacia el componente reactivo de la fiabilidad humana limitando el análisis a los errores que llevaron a consecuencias negativas. También debe incluirse el análisis de errores que llevaron a resultados adecuados dadas las circunstancias que rodearon el evento y sus antecedentes para enriquecer las diferentes posibilidades de actuación que pueden llevar a resultados positivos.

Otro método históricamente utilizado es el SHARP (Systematic Human Action Reliability Procedure) que define una estructura basada en la experiencia y el análisis sistemático de las interacciones. El método aplica siete pasos:

Paso 1: Definición. Se trata de identificar y asegurar que todas las acciones humanas importantes se han incluido en el análisis y pueden ser:

- Relacionadas con pruebas y mantenimiento, anteriores al incidente.
- Acciones que, a partir de un error, generan anomalía del sistema. . Acciones con las que, de acuerdo a un procedimiento, el operador puede recuperar control del sistema.
- Acciones incorrectas tras un incidente, que empeoran la situación. .
- Durante la secuencia de un incidente, acciones del operador, no procedimentadas, con las que puede recuperar el control.

Paso 2: Selección. Se trata de elegir, de entre las acciones identificadas en el paso anterior, las más importantes para la seguridad del sistema

Paso 3: Análisis cualitativo. Se busca Detallar los conocimientos del operador y qué tipo de acciones puede realizar en una determinada situación;

Paso 4: Representación. Para la inclusión de los resultados del análisis de fiabilidad humana en el análisis global del sistema, los modos de fallo humano requieren una

representación de las acciones, que refleje cómo pueden afectar a la operación del sistema

Paso 5: Evaluación del impacto. Las acciones del paso anterior deben revisarse con el objeto de verificar que la representación no afecta a ningún suceso más en el modelo.

Paso 6: Cuantificación. El propósito es establecer, en todas aquellas acciones a las que se le haya requerido un análisis detallado, el valor de la probabilidad de fallo para cada acción humana. Para ello Faig propuso en 2007:

- Para los errores tipo 1, aplicar la metodología THERP. .
- Para los tipo 3, 4 y 5, la cuantificación se realizará mediante el modelo TRC (ver más adelante) para la parte cognoscitiva y THERP para la manual. . Para acciones fuera del ámbito de aplicación de los modelos mencionados, se utilizarán bases de datos, estimaciones de expertos, o la comparación con análisis anteriores.

Paso 7: Documentación. La metodología SHARP postula documentar adecuadamente los pasos realizados, de forma que se asegure la trazabilidad de las hipótesis, datos, y modelo seleccionado.

5.4.2 Aprendiendo de incidentes LFI.

La metodología Learning from incidents LFI, no solo trata de investigar o generar y diseminar información sobre incidentes de los cuales se puede aprender, sino que también implica que las personas tengan la oportunidad de reflexionar y dar sentido a esa información, y de tomar medidas para reducir el riesgo. Implica que la organización incorpore cambios para que, incluso si las personas se van, se mantengan las medidas para evitar que vuelvan a ocurrir incidentes.

Uno de los problemas de la falta de aprendizaje frente al potencial de los incidentes, es precisamente la ausencia de reporte, esto debido en parte a la falta de cultura de reporte para el cuidado y la prevención y por otro lado de las posibilidades de represalias frente al trabajador (39).

Edmondson(40) observó que, aunque muchas veces los trabajadores están dispuestos a aprender de los errores de sus colegas, la mayoría de los trabajadores involucrados en incidentes muestran un rechazo natural por informar sus errores. Muchas veces esto no es infundado porque algunas empresas utilizan mecanismos inadecuados para su divulgación o cuando los empleados observan que los incidentes reportados son tratados injustamente. Sin embargo, la investigación ha demostrado que estos son medios ineficaces de corregir los errores humanos ya

que no impiden que los empleados cometan errores sino más bien en disminuir el reporte.(41)

La historia registra eventos catastróficos grandes que cobraron vidas y dejaron inmensas pérdidas. Una vez ocurren, las partes involucradas activan grupos de investigación y expresan a la opinión pública su interés por llegar hasta las últimas consecuencias y se enfocan en buscar causas, muchas de ellas tan grandes que saltan a la vista y culminan haciendo señalamientos al culpable exigiendo que pague por su error. Mark Cannon y Amy Edmondson, quienes han realizado estudios sobre "fallar inteligentemente" y han expresado la importancia de "poner a trabajar los errores" al respecto de este tipo de fallas de grandes dimensiones, puntualizan que lamentablemente, por su naturaleza muchos de esos esfuerzos investigativos llegan demasiado tarde, cuando las pérdidas son enormes y generan pocos aprendizajes(40) debido a que generalmente se identifican múltiples causas que aparentemente por su complejidad son difíciles de solucionar y que están tan profundamente arraigadas en las organizaciones que han sido ignoradas o dadas por sentado durante años.

Una razón importante que la mayoría de las organizaciones no aprenden del fracaso puede ser su falta de atención a las fallas organizacionales pequeñas y cotidianas, especialmente en comparación con la investigación.

La agencia Holandesa de Telecomunicaciones (Agentschap Telecom) inició un proyecto LFI para aprender de los errores en telecomunicaciones, para observar su impacto en el informe anual sobre incidentes significativos de apagones en el mercado Europeo. Este proyecto hicieron énfasis en el reporte y las lecciones aprendidas de los incidentes en telecomunicaciones esperaban compartir información para mejorar su operación y evitar futuros incidentes.

5.4.2.1. Sistema de Clasificación y análisis de los Factores Humanos (HFACS)

El Sistema de Análisis y Clasificación de Factores Humanos (HFACS)(42) fue desarrollado por el Dr. Scott Shappell y el Dr. Doug Wiegmann. Es un amplio marco de error humano que fue utilizado originalmente por la Fuerza Aérea de los EE. UU. Para investigar y analizar aspectos de factores humanos de la aviación. HFACS se basa en gran medida en el modelo de queso suizo de James Reason

Si bien el primer uso del marco de HFACS se produjo en la marina de los EE. UU., Donde se originó, el sistema se ha extendido a una variedad de industrias y organizaciones (por ejemplo, minería, construcción, ferrocarril y atención médica). Con los años, la aplicación llegó a la aviación civil y general. Organizaciones como la FAA y la NASA han explorado el uso de HFACS como complemento de sistemas preexistentes.

Utiliza el siguiente flujograma:

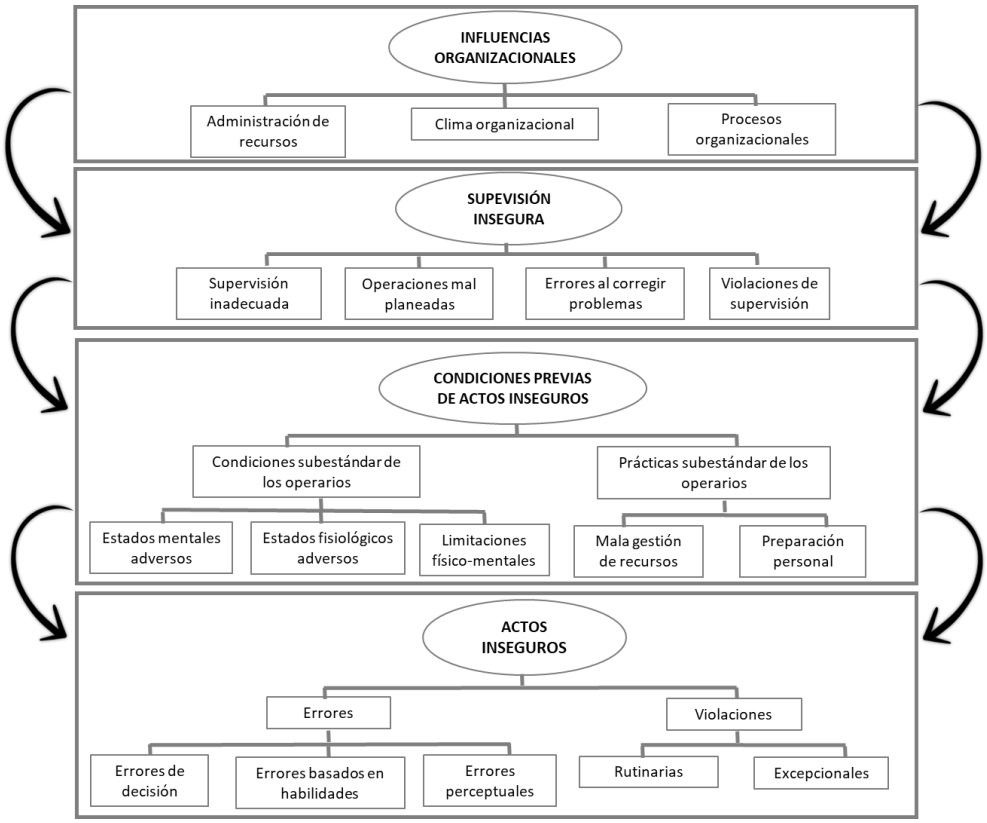

Figura 6: Metodología HFACS, traducido de Wiegmann y Shapell(38)

NIVEL 1. Actos inseguros

- **Errores**

Errores basados en habilidades: Errores que ocurren en la ejecución de una tarea rutinaria altamente práctica relacionada con el procedimiento.

Errores de decisión: Errores que ocurren cuando los comportamientos o acciones de los operadores avanzan según lo previsto pero el plan elegido resulta inadecuado para alcanzar el estado final deseado y resulta en una situación insegura

Errores perceptuales: Errores que ocurren cuando la entrada sensorial de un operador se degrada y una decisión se toma en base a información defectuosa.

- ***Violaciones***

Violaciones de rutina: Violaciones que son una acción habitual por parte del operador y son toleradas por la autoridad gobernante.

Violaciones excepcionales: Violaciones que son una desviación aislada de la autoridad, ni típicas del individuo ni toleradas por la administración.

NIVEL 2: Condiciones previas para actos inseguros

El nivel de Precondiciones para Actos Inseguros se divide en tres categorías:

1. *Factores ambientales*, factores físicos y tecnológicos que afectan las prácticas y resultan en un error humano o una situación insegura. Se dividen a su vez en:
    - Entorno físico: se refiere a factores que incluyen tanto la configuración operativa (por ejemplo, clima, altitud, terreno) como el ambiente (p. Ej., Calor, vibración, iluminación, toxinas).

- Entorno tecnológico: se refiere a factores que incluyen una variedad de problemas de diseño y automatización, incluido el diseño de equipos y controles, características de visualización / interfaz, diseños de listas de verificación, factores de tareas y automatización.

2. *Condición de los operadores*, estado mental adverso, el estado fisiológico adverso y los factores de limitaciones físicas / mentales que afectan las prácticas, las condiciones o las acciones de las personas y provocan un error humano o una situación insegura
    - Estado mental adverso: se refiere a factores que incluyen aquellas condiciones mentales que afectan el rendimiento (por ejemplo, estrés, fatiga mental, motivación).

    - Estado fisiológico adverso: se refiere a factores que incluyen aquellas afecciones médicas o fisiológicas que afectan el rendimiento (por ejemplo, enfermedad médica, fatiga física, hipoxia).

    - Limitaciones físicas / mentales: se refiere a la circunstancia en que un operador carece de las capacidades físicas o mentales para hacer frente a una situación, y esto afecta el rendimiento (por ejemplo, limitaciones visuales, tiempo de reacción insuficiente).

3. *Factores de personal,* se refiere a la administración de recursos de la tripulación y los factores de preparación personal que afectan las prácticas, las condiciones o las acciones de las personas:
    - Gestión de los recursos humanos: factores que incluyen problemas de comunicación, coordinación, planificación y trabajo en equipo.

    - Preparación personal: se refiere a actividades fuera de servicio requeridas para desempeñarse de manera óptima en el trabajo,

NIVEL 3: Supervisión Insegura.

- Supervisión inadecuada: la función de cualquier supervisor es brindarle a su personal la oportunidad de tener éxito, y debe proporcionar orientación, capacitación, liderazgo, supervisión o incentivos para garantizar que la tarea se realice de manera segura y eficiente.

- Plan de operación inapropiada: se refiere a las operaciones que pueden ser aceptables y diferentes durante las emergencias, pero inaceptables durante el funcionamiento normal (por ejemplo, gestión de riesgos, emparejamiento de la tripulación, tempo operativo).

- No se corrige el problema conocido: se refiere a aquellas instancias en las que el supervisor conoce deficiencias, pero se les permite continuar sin disminuir (por ejemplo, informar tendencias inseguras, iniciar acciones correctivas, corregir un peligro de seguridad).

- Violación de supervisión: se refiere a aquellas instancias en que los supervisores ignoran intencionalmente las normas y regulaciones existentes (por ejemplo, el cumplimiento de las normas y reglamentos, el riesgo innecesario autorizado, la documentación inadecuada).

NIVEL 4: Influencias organizacionales

- Gestión de recursos: se refiere a la toma de decisiones a nivel organizacional con respecto a la asignación y el mantenimiento de los activos de la organización (por ejemplo, recursos humanos, recursos monetarios / presupuestarios, recursos de equipos / instalaciones).

- Clima organizacional: se refiere al ambiente de trabajo dentro de la organización (por ejemplo, estructura, políticas, cultura).

- Proceso operacional: se refiere a las decisiones y reglas de la organización que rigen las actividades cotidianas dentro de una organización (por ejemplo, operaciones, procedimientos, supervisión).

5.4.3 Factores causales de accidentes e incidentes según la confiabilidad humana.

Cuando el ingeniero Arévalo(30) se refirió a los factores causales y cómo estos se integran para materializar el accidente, lleva a reflexionar sobre la necesidad de ahondar en ellos y evitar una sola conclusión que podemos terminar llamando causa, sin ser la única, y sobre la cual se enfocarán todas las acciones correctivas y de mejora dejando a un lado otros factores igualmente intervinientes y que seguirán latentes con la posibilidad de contribuir para la ocurrencia de otros eventos adversos.

Arévalo analiza que si bien hay causas directas o inmediatas que han desencadenado el accidente, y hay causas raíz o causa básica relacionadas con aspectos más generales, sistémicos o de gestión de la organización; también han entrado a intervenir factores coadyuvantes, que siendo más permanentes, generales y parte de la cotidianidad, “por si solos no causan el accidente, pero si incrementan la probabilidad de su ocurrencia”(30) y se puede añadir que son los más difíciles de percibir justamente por estar involucrados en la cotidianidad de la empresa y que debido a ello han sido validados aunque buena parte de ellos constituya un error o una equivocación.

.***Aptitud psicofísica,*** componente que va más allá de aptitud física y mental e involucra todo el entorno operacional de la actividad(1), ya que han encontrado pilotos que han sufrido accidentes reportados como falla humana aún cuando cumplían con todas las exigencias psicofisicas requeridas.

Cultura, Siempre que se quiera analizar todos los factores intervinientes, los estudios tienen en cuenta la cultura como un aspecto de mucha relevancia en esta ecuación. Por un lado la habilidad para interactuar con los otros y por otro, la facilidad para seguir procedimientos estandarizados(1).

La información, Dentro de los modelos analizados dentro de los factores que pertenecen al común denominador está la información, el acceso a marcos de referencia que faciliten la toma de decisiones. Sin embargo la información o su uso pueden contar con restricciones que impiden su oportuna utilización. Rodriguez (27) identificó varios de estos los problemas y los describió como:

- El no contar con habilidad para procesar la información descrita que puede llevar a interpretaciones erróneas
- Exceso de información puede hacer difícil su consulta
- Información desactualizada
- Puede presentarse falta de cultura informacional

- Dificultades en la estructura de archivo o ubicación de la información.
- Dificultades con la Seguridad y protección de la información
- Dificultades para localizarla en momentos específicos
- Los Modelos mentales de las personas y sus hábitos que pueden dificultar el uso estratégico de la información

Para el estudio de las variaciones en el rendimiento humano, se definen los llamados factores de forma del comportamiento (PSF, Performance Shaping Factor)(43) cuya descripción es la siguiente: .

- Situación del entorno de trabajo.
- Forma de las instrucciones de trabajo
- Circunstancias de la tarea
- Factores de estrés psicológico
- Factores de estrés fisiológico
- Factores orgánicos

Según los autores, los modelos para representar la actividad del comportamiento humano pueden clasificarse en parciales (Se limitan a analizar una actividad concreta) y generales (analizan en conjunto todas las causas posibles del error y hacer propuestas de mejora). Estos últimos los separaremos a su vez entre los

basados en teorías psicológicas y los basados en el análisis de la tipología de los procesos humanos.

5.4.4 El error como oportunidad.

Las fallas humanas se presentan porque hay controles blandos implementados y en casi todas las empresas se tienen controles blandos en funcionamiento. Y estos controles pueden fallar en cualquier momento:

- Quien diseña el proceso o las reglas se puede equivocar;
- Las reglas no siempre son aplicables en todas las circunstancias de trabajo;
- La sola formación y el entrenamiento son insuficientes cuándo no se desarrolla la competencia.
- Hablar de seguridad, solo hablar, no garantiza que esta se implemente.
- La seguridad como una prioridad suena bonito, sin embargo las prioridades son cambiantes en el tiempo.
- Si no tiene toda la información para tomar una decisión, el trabajador se puede accidentar.

Hacerse preguntas difíciles en la investigación y análisis del accidente y cuestionar la forma como la empresa hace las cosas, es la mejor forma de identificar las fallas humanas y ser capaces de implementar controles que refuercen los ya existente.

Esto requiere de sentido de crítica, de mente abierta y de entender que los seres humanos somos complejos, que manejamos procesos complejos y que por tanto la seguridad debe ser práctica, que no es lo mismo que ser simple.

Uno de los aportes de la fiabilidad humana a la gestión es trascender los métodos de comportamiento. Con sano criterio se puede afirmar que algunas empresas que han dedicado sus esfuerzos para el control de riesgos a través de gestión del comportamiento han observado que persisten los actos inseguros. Reason(44) en el año 2000 , describía cómo los investigadores de los factores humanos mostraban cada vez más interés por desarrollar las herramientas que les ayudara a gestionar los actos inseguros, esto por asumir la necesidad de crear sistemas que fueran más capaces de tolerar la aparición de errores y contener sus efectos dañinos, en contraste con la gestión que buscaba disminuir la incidencia de los que él llama errores peligrosos, concepto que para la fiabilidad humana nunca será posible lograr. Esta reflexión es bien interesante, ya que mientras los seguidores de las técnicas de modificación de comportamientos hacen su gran inversión para que las personas acaten las normas establecidas, los estudiosos de la fiabilidad buscan un enfoque integral dirigido a varios objetivos diferentes: “La persona, el equipo, la tarea, el lugar de trabajo y la institución como un todo”(44).

6. Conclusiones

- La evolución en la investigación de accidentes e incidentes hacia tomarlos como objeto de estudio se ha ido transformando hacia la búsqueda de la causa raíz, sin embargo, la inmediatez lleva también a modelos secuenciales prácticos que generan conclusiones igualmente prácticas que no siempre llegan al fondo de las causas y como efecto generan la implementación de correctivos en lugares donde no cumplirán su función de evitar la repetición. Siempre debería preferirse modelos que permitan ahondar en todos los factores intervinientes y no que se enfoquen en el evento mismo, sirve ver el evento con lupa, pero ciertamente es más útil ver todo el panorama con atención.

- Generalizar el uso de metodologías enfocadas en la fiabilidad humana en la investigación de accidentes e incidentes en Colombia puede constituirse como un gran avance para la gestión y de hacerse juiciosamente los datos y experiencias generarán aportes muy beneficiosos para el mejoramiento, sin embargo, siempre debe tenerse como meta futura dar el paso al componente proactivo desde el aprendizaje y la resiliencia, cuando haya una verdadera anticipación al error. Incluso, también debe incluirse el análisis de errores que

llevaron a resultados positivos dadas las circunstancias que rodearon el evento y sus antecedentes para enriquecer las diferentes posibilidades de actuación.

- Las empresas de alta confiabilidad deben estar preparadas para todo, a todo nivel en la organización, esto gracias a una cultura de anticipación del error, que no por ello debe vivir tan atenta que genere altos grados de estrés en la organización, todo lo contrario, debe tratarse de ser una cultura que inspire confianza y a la vez les está recordando permanentemente cómo cuidarse mientras gestiona u sistema que les permite gestionar sus riesgos humanos y operacionales, dentro de lo cual cuentan con métodos de investigación de accidentes que apunta tanto a las fallas de los sistemas, de maquinaria, administrativos como a las humanas ahondando en todos los componentes,

- La información que se consulta para facilitar la toma de decisiones debe cumplir con tres requisitos mínimos para su consulta: Ser de fácil acceso. Estar escrito en lenguaje claro con todas las ayudas visuales posibles y deben estar actualizados incluyendo todos los aprendizajes que se derivan de situaciones generadas en la realización de la tarea.

- Si se quiere trabajar bajo el enfoque de la fiabilidad humana una de las condiciones fundamentales es fl fortalecimiento de los mecanismos que permiten desarrollar el componente preventivo de la notificación de incidentes

que no solo depende de la voluntad de los trabajadores para informar sino también de la voluntad de la gestión para responder de manera oportuna y adecuada a los reportes.

- Siendo la toma de decisiones uno de los elementos estudiados en este enfoque y dado que uno de los requisitos para tomar decisiones efectivas es la presencia de marcos de referencia que puedan aportar al conocimiento y permitan la consulta permanente deberán ser la base para los procesos de formación y deben estar alineados con los procesos de comunicación de la empresa para mantener una constante recordación y refuerzo frente a los ejecutores de las actividades.

- Asegurar que siempre se reporten los incidentes. Esto basado en un proceso de capacitación y formación permanente bajo una cultura de la prevención asegurándose que los trabajadores conocen el objetivo de la tarea y entienden claramente su definición.

- La practicidad es un argumento muy importante para cualquier labor en la gestión SST, sin embargo, es necesario tener claridad en lo que se debe ser muy práctico y en lo que se debe ser más estructurado. Es decir, los mecanismos de reporte de incidentes deben ser fáciles y prácticos para los trabajadores, pero las investigaciones de accidentes e incidentes deben ser más estructuradas.

- Dentro de la investigación es necesario preferir los modelos sistémicos que los secuenciales, ya que es importante analizar la presencia o no de retroalimentación, intervención de otros hechos y circunstancias y redes de eventos que se relacionan entre si, para definir todos los eventos que tienen una relación causal con el accidente.

- Los errores humanos no pueden tratarse como actos aislados ya que están relacionados con otros fallos del sistema socio-técnico que no dependen directamente del desempeño del trabajador.

- Finalmente, si se toma el camino de analizar la fiabilidad humana trascendiendo el termino error humano, es necesario entender su diferencia frente a las metodologías comportamentales. En la fiabilidad intervienen todos los procesos y cómo es esa relación de la persona con los sistemas y por tanto no se limita a los métodos que buscan que la persona actúe de determinada manera frente a su trabajo porque le lleva a tomar decisiones. No por ello están los dos enfoques en caminos separados, todo lo contrario, se trata de un complemento.

7. Recomendaciones

Aportes para el análisis y el mejoramiento de las investigaciones de incidentes y accidentes laborales a partir de la fiabilidad humana:

La mayor recomendación con relación a la literatura es Implementar métodos sistémicos no secuenciales que permitan:

- Implementar mecanismos de participación y capacitación alrededor del reporte de incidentes
- Identificar todos los factores predisponentes que lleva la persona
- Identificar todos los factores favorecedores, derivados de competencias, experiencia, formación, roles y responsabilidades y factores organizacionales.
- Identificar todos los factores desencadenantes, que son todos los aspectos circunstanciales y condiciones que favorecieron los eventos, incluyendo los eventos que generaron esas condiciones.
- Determinar la tendencia de las estrategias de recuperación que aplican las personas cuando cometen errores y si su resultado fue favorable.
- Identificar todos los componentes y mecanismos de retroalimentación y los de control que intervinieron en la ocurrencia del accidente.

- Identificar el grado de madurez en la cultura de la prevención en seguridad y salud en el trabajo de la organización y su alineación/coherencia con los procesos.
- Identificar todos los aspectos de clima laboral, relaciones e poder y tendencia de comunicación horizontal y vertical en los procesos de participación.

Estas breves recomendaciones implican para unas organizaciones replantear sus métodos, para otras replantear sus procesos y para muchas replantear sus objetivos, el error está en pensar que todo lo recomendado ya se realiza mientras se utilizan métodos secuenciales en la investigación de accidentes. Falta ver más allá y continuar el estudio de este enfoque para disminuir las conclusiones rápidas de que el 70% u 80% de los accidentes ocurren por *culpa* del trabajador.

El reto es generar instrumentos aplicables y validados que no complejicen los procesos de investigación pero que si los orienten a evitar sesgos y preconcepciones. Ese es el paso siguiente.

8. REFERENCIAS

1. Rasmussen J, Nixon P, Warner F. Human Error and the Problem of Causality in Analysis of Accidents. Philos Trans R Soc B. 1990;327(1241).

2. NTP 401: Fiabilidad humana: métodos de cuantificación, juicio de expertos. Available from: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/401a500/ntp_401.pdf

3. FASECOLDA. 3. CIFRAS DE LA INDUSTRIA [Internet]. 2017 [. Available from: http://www.fasecolda.com/files/2915/1975/0920/Cifras_diciembre_2017.pdf

4. Ruiz-Moreno JM, Trujillo HM. Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas. 2012;28(3):963–77. Available from: http://dx.doi.org/10.6018/analesps.28.3.148941%0Ahttp://revistas.um.es/analesps

5. Melià JL. Un modelo causal psicosocial de los accidentes laborales. Anu Psicol [Internet]. 1998 ;29(3):25–43. Available from: https://www.raco.cat/index.php/anuariopsicologia/article/viewFile/61490/96246

6. María L, Rubio S. El estudio del factor humano en accidentes de aviación.; Available from: http://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/pensamientopsicologico/article/viewFile/138/411

7. Jaramillo GA, Roa ID, Motta JA, Ríos TFG, González Hernández A. Caracterización de accidentes de trabajo por caída de objetos en empresas del sector hidrocarburos. Ing USBMed [Internet]. ;5(2):89–95. Available from: http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v5n2/pdf/Articulo_Caracterizacion_Accidentes_Trabajo

8. Gall B. Guidance on investigating and analysing human and organisational factors aspects of incidents and accidents. Energy Institute. UK 2008;

9. Ángel R, Murguía P, María E, González V, Villa YB. El análisis de fiabilidad

humana en la mejora de procesos Human reliability analysis in process improvement. 2013;11(2):61–7.

10. Báez YA, Rodríguez MA, De la Vega EJ, Tlapa DA. Factores que Influyen en el Error Humano de los Trabajadores en Líneas de Montaje Manual. Inf tecnológica [Internet]. 2013;24(6):19–20. Available from: http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642013000600010&lng=en&nrm=iso&tlng=en

11. Stemn E, Bofinger C, Cliff D, Hassall ME. Failure to learn from safety incidents: Status, challenges and opportunities. Saf Sci. 2018;101(October 2017):313–25.

12. Ministerio de la Protección Social. Resolución 1401 de 2007 [Internet]. Alcaldia Mayor de Bogotá. 2007. Available from: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=53497

13. Organización Internacional del Trabajo OIT. Investigación de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales Guía práctica para inspectores del trabajo [Internet]. 2015 . Available from: www.ilo.org

14. Reason J. La contribuciòn Humana: Actos peligrosos y acciones ejemplares. 1ª. Madrid: Editorial Modus Laborandi, S. L.; 2011. 324 p.

15. Sebastián Cárdenas ML. Fallo humano : la quiebra de un paradigma. Apunt Psicol. 2009;27(1):21–52.

16. Escalante J, Tejedo J. El error humano y el control de las causas de los accidentes. Mapfre Segur. 2004;(94):13–23.

17. Universidad de Cataluña UP. Análisis del error humano. Cataluña U de, editor. Barcelona: CERPIE; 2017.

18. Cloutier E, Gaudart C. Entrevue guidée avec Jacques Leplat. Pist Perspect Interdiscip sur le Trav la santéPerspectives interdis. 2005;7(1: Question de temps):0–9.

19. Health and Safety Executive. Health and Safety Executive HSE Books Health and Safety Executive Health and Safety Executive. 1989;1–73.

20. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo. DECDE. NTP 360: Fiabilidad humana: conceptos básicos. 1988;(4).

21. Leplat J, Terssac G de. Les facteurs humains de la fiabilité : dans les systèmes

complexes [Internet]. Octares-Entreprises; 1990. Available from: http://www.unige.ch/fapse/life/archives/livres/alpha/L/Leplat_Terssac_1990_A.html

22. Lardner R, Scaife R. Helping Engineers to Analyse and Influence the Human Factors in Accidents at Work. Process Saf Environ Prot [Internet]. 2006 May ;84(3):179–83. Available from: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957582006713258

23. Fleming M, Lardner R. HSE Health & Safety Executive Strategies to promote safe behaviour as part of a health and safety management system. 2002; Available from: http://www.hse.gov.uk/research/crr_pdf/2002/crr02430.pdf

24. García I. Fiabilidad Humana Potenciando la confiabilidad en las decisiones de las personas en situaciones de riesgo. In: 22° semana de la Salud Ocupacional: "Redes de conocimiento, Conexión Global para el Mundo del Trabajo". 2016.

25. Zolli A, Healy AM. Resiliencia: Por qué las cosas vuelven a su lugar. Bogotá Colombia: Carvajal Educación SAS; 2012.

26. Feyer A-M. Human Factors in Accident Modelling [Internet]. Encyclopedia of Occupational Health & Safety ILO. 2011. Available from: http://www.iloencyclopaedia.org/part-viii-12633/accident-prevention/56/human-factors-in-accident-modelling

27. Rodríguez C Y. Modelo de uso de información para la toma de decisiones estratégicas en organizaciones de información cubanas. Universidad de Granda, Universidad de la Habana; 2014.

28. Rasmussen J, Nixon P, Warner F. Human Error and the Problem of Causality in Analysis of Accidents [and Discussion]. Philos Trans R Soc B Biol Sci [Internet]. 1990 Apr 12;327(1241):449–62. Available from: http://rstb.royalsocietypublishing.org/cgi/doi/10.1098/rstb.1990.0088

29. Arévalo S. Metodología y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo.; Available from: https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/manual-investigacion-accidentes-irsst-2016.pdf/256dbe78-6cdb-4f1d-ac3f-c3cb04aa1d55

30. Arévalo Sarrate C. Metodología y técnicas analíticas para la investigación de

accidentes de trabajo [Internet]. Madrid: Instituto Regional de Seguridad y Salud en el Trabajo; 2016 Available from: https://www.diba.cat/documents/467843/96195101/manual-investigacion-accidentes-irsst-2016.pdf/256dbe78-6cdb-4f1d-ac3f-c3cb04aa1d55

31. Jurídico A. Ley 84 de 1873_Código civil de los Estados Unidos de Colombia. Modificado.

32. Congreso de Colombia. Ley 599 de 2000 Nivel Nacional_ Código Penal de Colombia [Internet]. 2000. Available from: http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=6388

33. Rodríguez A. Investigación de accidentes por el método del árbol de causas [Internet]. Madrid: Instituto Nacional de Higiene y seguridad en el trabajo; . Available from: http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FICHAS DE PUBLICACIONES/EN CATALOGO/Seguridad/Investigacion de accidentes por el metodo del arbol de causas/dd_inves_arbl .pdf

34. Comunidad Andina de Naciones. SICE - Comunidad Andina - Decisión 584 [Internet]. Available from: http://www.sice.oas.org/trade/JUNAC/Decisiones/DEC584s.asp

35. Ministerio del Trabajo. Decreto número 1072 de 2015. [Internet]. 2017 [;351. Available from: http://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/50711/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+Abril+de+2017.pdf/1f52e341-4def-8d9c-1bee-6e693df5f2d9

36. Johnson C. Negotiated Procedure: Review of Accident Investigation Methodologies D6: Final Report.; Available from: http://www.era.europa.eu/Document-Register/Documents/D6 _V1 0_ Final Report.pdf

37. Wienen HCA, Bukhsh FA, Vriezekolk E, Wieringa RJ. Accident Analysis Methods and Models — a Systematic Literature Review. 2017 ; Available from: http://functionalresonance.com/onewebmedia/Accident_Analysis_Methods_and_Models_a_Systematic_Literature_Review.pdf

38. Wiegmann DA, Shappell SA. A Human Error Analysis of Commercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification System (HFACS). 2001 Available from: https://www.faa.gov/data_research/research/med_humanfacs/oamtechreport

s/2000s/media/0103.pdf

39. Sanne JM. Technology in Society Learning from adverse events in the nuclear power industry : Organizational learning , policy making and normalization. Technol Soc [Internet]. 2012;34(3):239–50. Available from: http://dx.doi.org/10.1016/j.techsoc.2012.07.002

40. Cannon MD, Edmondson AC. Failing to Learn and Learning to Fail (Intelligently). Long Range Plann [Internet]. 2005 Jun;38(3):299–319. Available from: http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0024630105000580

41. Drupsteen L, Guldenmund FW. What Is Learning? A Review of the Safety Literature to Define Learning from Incidents, Accidents and Disasters. J Contingencies Cris Manag. 2014;22(2):81–96.

42. Garrett JW, Teizer J. Human Factors Analysis Classification System Relating to Human Error Awareness Taxonomy in Construction Safety. J Constr Eng Manag. 2009;

43. Diller T, Helmrich G, Dunning S, Cox S, Buchanan A, Shappell S. The Human Factors Analysis Classification System (HFACS) Applied to Health Care. Am J Med Qual [Internet]. 2014 May 27 ;29(3):181–90. Available from: http://journals.sagepub.com/doi/10.1177/1062860613491623

44. Reason J. Human error: models and management. BMJ [Internet]. 2000 Mar 18;320(7237):768–70. Available from: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10720363

Anexo A. Matriz sistematización de artículos

#	PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓ	Autor	Institución	TIPO	Año	PAIS
1	Human Error and the problem of causality in Analysis of Accidents (And discussion)	Publicación (Clásico)	J. Rasmussen, P. Nixon, F. Warner	The Royal Society	Comunidad científica	1990	Dinamarca
2	Modelo causal psicosocial de los accidents laborales	Artículo (Clásic	Meliá, J.	Universidad de Valencia	Universidad	1994	España
3	Fiabilidad Humana: Conceptos básicos	Documento guia (Clásico)	De Arquer, M; Nogareda, Clotilde	Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo	Entidad gubernamental	1994	España
4	NTP: 401 Fiabilidad Humana: Metodos de cuantificación, juicio de expertos	Documento guía	De Arquer, M.	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el trabajo	Entidad gubernamental	1996	España
5	A human error Analysis of comercial Aviation Accidents Using the Human Factors Analysis and Classification	Articulo	Wiegmann, D.; Shapell, Scott A.	Office of Aviation Medicine	Entidad gubernamental	2001	USA
6	Measuring the Effectiveness of Error Investigation and Human Factors Training	Articulo	C. G. Drury, Jiao Ma,	University at Buffalo, State University of New York Department of Industrial Engineering	Universidad	2002	USA
7	Strategies to promote safe behaviour as part of a health and safety management system	Publicación	Fleming, M. y Lardner, R.	Health and Safety Executive	Empresa privada	2002	Reino Unido
8	Evaluación simplificada del error humano	Documento guia	Faig S., J	Instituto Nacional de seguridad e higiene en el trabajo	Entidad gubernamental	2003	España
9	El error humano y el control de las causas de los accidentes	Articulo	Escalante, J. y Herre	Aseguradora	Empresa privada	2004	España
10	Entrevue guidèe avec Jacques Leplat	Articulo	Cloutier, Esther; Gauart, Corinne	Ecole Pratique des Hautes Etudes	Comunidad Cientìfica	2005	Francia
11	Helping engineers to analyse and influence the human factors in accidents at work	Articulo	Lardner, R. y Scaife, R.	Keil Centre	Empresa privada	2006	Reino Unido
12	Guidance on investigating and analysing human and organisational factors aspects of incidents and accidents	Documento guia	B.Gall	Energy Institute	Agremiaciòn	2008	Reino unido

#	PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓ	Autor	Institución	TIPO	Año	PAIS
13	Negotiated Procedure: Review of Accident Investigation Methodologies	Presentaciòn	Chris Johnson,	Department of Computing Science, University of Glasgow	Universidad	2009	Reino Unido
14	Fallo humano, la quiebra de un paradigma	Articulo	Manuel L.Sebastiàn	Industria Ferroviaria	Agremiaciòn	2009	España
15	Reducing error and influencing behaviour	Artículo	Health and Safety Executive	Health and Safety Executive	Entidad gubernamental	2009	Reino Unido
16	Accident Analysis Methods and Models — a Systematic Literature Review	Articulo	Wienen, F.A. Bukhsh, E. Vriezekolk, R.J. Wieringa	Agencia de telecomunicaciones	Organizacion	2010	Paises Bajos
17	El estudfio del Factor humano en accidentes de aviaciòn	Tesis doctoral	Sànchez R., Lina	Fuerza Aerea Colombiana /Universidad Nacional de Colombia	Universidad	2010	Colombia
18	El estudio del factor humano en accidentes de aviación.	Tesis Doctoral	Sánchez, Lina.	Centro de Medicina Aeroespacial Fuerza Aerea Colombiana	Universidad	2010	Colombia
19	La contribución humana	Libro	Reason, J.	Colegio Oficial de Pilotos der la aviación comercial	Emprea privada	2011	Reino Unido
20	Models of Causation: Safety	Publicación	Instituto de segurida	Instituto de seguridad de Australia	Entidad gubernam	2012	Australia
21	Investigación de accidentes por el método del árbol de causas	Documento gui	Antonio Rodriguez d	Instituto Nacional de Higiene y seguridad en el trabajo	Entidad gubernam	2012	España
22	Modelos para la evaluación del error humano en estudios de fiabilidad de sistemas	Articulo	Ruiz Moreno, Juna M, Trujillo, Humberto M.	Universidad de Granada y empresa privada (fabricación de pepel especial)	Universidad	2012	España
23	El análisis de fiabilidad humana en la mejora de procesos	Articulo	R. Angel, P Murguìa E. Maria	Universidad Autòna del Cariibe	Universidad	2013	Colombia
24	Factores que influyen en el Error Humano de los Trabajadores en Lineas de Montaje Manual	Articulo	Báez, Y;Rodríguez, M; De la vega, Enrique; Tlapa, Diego.	Universidad Autonoma de Baja Califromia, Insittuto Tecnológico Ciudad Juárez	Universidad	2013	México
25	Modelo de uso de informaci{on para la toma de decisiones estratégicas en organizaciones de información cubanas	Tesis Doctoral	Rodríguez C. yunier	Universidad de Granada Universidad de la Habana	Universidad	2014	España
26	Caracterización de accidentes de trabajo por caida de objetos en empresas del sector Hidrocarburos	Articulo	Jaramillo, G; Roa, I.;Motta,J.; Garcia,T.; Hernández,A.	Universidad Cooperativa de Colombia	Universidad	2014	Colombia

#	PUBLICACIÓN	TIPO DE PUBLICACIÓ	Autor	Institución	TIPO	Año	PAIS
27	Investigación de accidentes del trabajo y enfermedades profesionales. Guia práctica para inspectores del trabajo	Documento guia	OIT	Organización Internacional del Trabajo	Entidad gubernamental	2015	Italia
28	La incidencia del factor humano en el mantenimiento	Publicación	Cárcel C., Francisco	Universidad Politécnica de Valencia	Universidad	2016	España
29	Metodologia y técnicas analíticas para la investigación de accidentes de trabajo	Publicación	Arévalo S., Carlos	Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos	Universidad	2016	España
30	Failure to learn from safety incidents: Staus challenges and opportunities	Articulo	Stemn, Eric, Bofinger, Carmel; Cliff, David; Hassall, Maureen	Universidad de Queensland	Universidad	2017	Australia
31	Analisis del Error Humano	Documento guia	CERPIE	CERPIE	Universidad	2017	España
32	The Human Factors Analysis Classification System (HFACS) Applied to Health Care	Articulo	T. Diller, G.Helmrich, S. Dunning	Hosìtal Univesitario del Sistema de salud ded Greenville (Carolina del Norte)	Universidad	2013	USA
33	Failing to Learn and Learning to Fail (Intelligently)	Artículo	Cannon, Mark y Edmondson, Amy	Harvard University	Universidad	2005	USA
34	The Psychology of Errors in the Engineering Process	publicaciòn	Collins, R., Leathley, B	Sin dato	Empresa privada	2007	Reino Unido
35	GETTING TO GRIPS WITH THE HUMAN FACTOR	Documento guia	UK P&I Club	UK P&I CLUB	Agremiación	2003	Reino unido
36	Investigación dea ccidentes por el método del árbol de causas	publicación	Rodriguez, A.	Instituto Nacional de Higiene y Seguridad en el trabajo	Entidad gubernam	2012	España
37	Technology in Society Learning from adverse events in teh nuclear power industry.	Articulo	Sanne, J.	Linkoping University	Universidad	2012	Suiza
38	What is Learning? A Review of the safety Literature to define Learning from Incidents, Accidents and Disasters	Artículo	Drupsteen, I. Guldenmund, F:	Delft University of Technology	Universidad	2014	Paises Bajos
39	Human Factors Analysis Classification System Relating to Human Error Awarens	Articulo	Garret J W; Teizer J	Industria de la construcciò	Agremiación	2009	USA
40	Human Error: Models and management	Articulo	Reason, J.	Comunidad cientifica	Comunidad cientif	2000	Reino Unido