

# SEGURIDAD I vs. SEGURIDAD II

Y el aporte de los procesos de gestión de la seguridad basada en los comportamientos en la mejora de la cultura de la seguridad

Ricardo Montero Martínez  
Ciro Martínez Oropesa



# **SEGURIDAD I vs SEGURIDAD II**

**Y el aporte de los procesos de gestión  
de la seguridad basada en los  
comportamientos en la mejora de la  
cultura de la seguridad**

**Ricardo Montero Martínez  
Ciro Martínez Oropesa**

Montero, Ricardo *et al.*

Seguridad I vs Seguridad II y el aporte de los procesos de gestión de la seguridad basada en los comportamientos en la mejora de la cultura de la seguridad/ Ricardo Montero Martínez y Ciro Martínez Oropesa -- 1a. edición. Bogotá: Ediciones de la U, 2022  
306 p. ; 24 cm.

ISBN 978-958-792-336-0 e-ISBN 978-958-792-337-7

1. Seguridad y salud en el trabajo 2. Salud ocupacional I. Tít.  
658.42 cd 24 ed.

Área: Seguridad y salud en el trabajo

Primera edición: Bogotá, Colombia, febrero de 2022

ISBN. 978-958-792-336-0

© Ricardo Montero Martínez y Ciro Martínez Oropesa

© Ediciones de la U - Carrera 27 # 27-43 - Tel. (+57-1) 3203510 - 3203499

[www.edicionesdelau.com](http://www.edicionesdelau.com) - E-mail: [editor@edicionesdelau.com](mailto:editor@edicionesdelau.com)

Bogotá, Colombia

**Ediciones de la U** es una empresa editorial que, con una visión moderna y estratégica de las tecnologías, desarrolla, promueve, distribuye y comercializa contenidos, herramientas de formación, libros técnicos y profesionales, e-books, e-learning o aprendizaje en línea, realizados por autores con amplia experiencia en las diferentes áreas profesionales e investigativas, para brindar a nuestros usuarios soluciones útiles y prácticas que contribuyan al dominio de sus campos de trabajo y a su mejor desempeño en un mundo global, cambiante y cada vez más competitivo.

Coordinación editorial: Adriana Gutiérrez M.

Carátula: Ediciones de la U

Impresión: DGP Editores SAS

Calle 63 No. 70 D - 34, Pbx. (571) 7217756

*Impreso y hecho en Colombia*

*Printed and made in Colombia*

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro y otros medios, sin el permiso previo y por escrito de los titulares del Copyright.

# Contenido

|  |           |
|--|-----------|
| Prólogo.....   | 13        |
| <b>Capítulo 1. ¿A qué llaman Seguridad I? y el papel del error humano ...</b>            | <b>15</b> |
| Axioma 1.....  | 17        |
| Axioma 2.....  | 18        |
| Axioma 3.....  | 23        |
| Axioma 4.....  | 25        |
| Axioma 5.....  | 27        |
| ¿A qué le llaman Seguridad II?.....  | 28        |
| Ejemplos de tendencias en Seguridad II.....  | 32        |
| Ingeniería de la Resiliencia (IR) .....  | 32        |
| Desempeño humano y organizacional .....  | 36        |
| (Human Organizational Performance, HOP) .....  | 36        |
| Organizaciones altamente confiables .....  | 42        |
| Mindfulness colectivo .....  | 46        |
| ¿Realmente hay que decidir entre Seguridad I o Seguridad II?.....                        | 49        |
| <b>Capítulo 2. Gestión de la seguridad basada en los comportamientos .55</b>             | <b>55</b> |
| Introducción.....  | 55        |
| Algunos aspectos teóricos de las ciencias del comportamiento.....                        | 56        |
| Características relevantes de las consecuencias.....                                     | 58        |
| Una herramienta: el análisis ACC (Antecedentes, Comportamientos,<br>Consecuencias) ..... | 59        |
| Entrenamientos activos.....  | 65        |
| Fijación de metas.....   | 67        |
| Retroalimentación.....   | 67        |
| Reforzamiento positivo .....   | 69        |
| La teoría tricondicional del comportamiento.....   | 70        |

|   |     |
|---|-----|
| Pasos para implementar un modelo de gestión de la seguridad basada en los comportamientos .....                     | 72  |
| Definición de las actividades y los comportamientos críticos.....   | 73  |
| Determinar el nivel de referencia .....   | 79  |
| Intervención.....   | 82  |
| Obtención del cambio de los comportamientos.....  | 85  |
| I. Retroalimentación.....   | 86  |
| II. Reforzamiento positivo de los comportamientos.....  | 88  |
| Seguimiento.....  | 92  |
| El papel del nivel gerencial.....   | 94  |
| Los observadores .....  | 101 |
| Necesidad de los observadores .....   | 102 |
| Funciones de los observadores.....  | 102 |
| Selección de los observadores .....   | 103 |
| Capacitación de los observadores .....  | 104 |
| El efecto del observador sobre sí mismo y sobre los demás .....   | 105 |
| La motivación de los observadores.....  | 107 |
| Ejemplos de impactos .....  | 108 |
| Caso 1. Un área dentro de un taller .....   | 108 |
| Caso 2. El taller de reparación.....  | 111 |
| Caso 3. El taller gráfico.....  | 113 |
| Caso 4. Aplicación a la calidad (no a la seguridad).....  | 116 |
| Implementación y resultados.....  | 119 |
| Comentarios generales sobre los resultados de todos los casos.....  | 129 |
| Errores que producen fallos al aplicar la gestión de la seguridad basada en los comportamientos .....               | 130 |
| Crear que es “una varita mágica”.....   | 130 |
| Falta de soporte .....  | 131 |
| Comprender o enseñar mal los principios.....  | 131 |
| Falta de sentido de pertenencia .....   | 132 |
| Poca participación .....  | 132 |
| Falta de consistencia en los objetivos.....   | 132 |
| Ausencia o insuficiente gestión de cambios en el proceso de gestión de seguridad basada en los comportamientos..... | 133 |
| Caracterizar y gestionar la resistencia al cambio .....   | 135 |
| Críticas a la SBC y su racionalidad .....   | 137 |
| Crítica 1 .....   | 138 |
| Discusión crítica 1 .....   | 139 |
| Crítica 2 .....   | 142 |

|   |            |
|---|------------|
| Discusión crítica 2 .....   | 142        |
| Críticas 3 a la 8.....  | 144        |
| Discusión críticas 3 y 4 .....  | 146        |
| Discusión críticas 5 y 6 .....  | 147        |
| Discusión críticas 7 y 8 .....  | 148        |
| Críticas 9 y 10.....  | 150        |
| Discusión críticas 9 y 10.....  | 150        |
| Crítica 11 .....  | 152        |
| Discusión crítica 11.....   | 153        |
| Crítica 12.....   | 154        |
| Discusión crítica 12.....   | 154        |
| Crítica 13.....   | 156        |
| Discusión crítica 13.....   | 157        |
| Crítica 14.....   | 159        |
| Discusión crítica 14.....   | 159        |
| Crítica 15.....   | 159        |
| Discusión crítica 15.....   | 160        |
| Crítica 16.....   | 161        |
| Discusión crítica 16.....   | 161        |
| Resumen de aspectos claves de los PSGBC .....   | 165        |
| Adquirir conocimiento de ¿cuán listo se está?.....  | 165        |
| Pertenencia.....  | 166        |
| Soporte.....  | 166        |
| Definición de comportamientos críticos (CC) .....   | 167        |
| El trabajo del Comité de Proceso (CP) .....   | 167        |
| Observadores .....  | 168        |
| Entrenamiento .....   | 168        |
| Ejecutar observaciones.....   | 169        |
| Retroalimentar y reforzar .....   | 169        |
| Analizar y hacer planes de medidas.....   | 169        |
| Revisar y actualizar .....  | 170        |
| Integración a los SGSST .....   | 170        |
| Trascender la observación y la retroalimentación al .....   | 171        |
| observado.....  | 171        |
| <br>  |            |
| <b>Capítulo 3. ¿Por qué los procesos SBC pueden contribuir a la transición de Seguridad I a Seguridad II? .....</b> | <b>173</b> |

**Capítulo 4. La cultura de la seguridad industrial..... 183**

Introducción..... 183

Importancia de la cultura en seguridad..... 192

El tránsito hacia una cultura generativa en salud, seguridad y medio ambiente (HSE) ..... 193

¿Cómo se mide? ..... 201

    Gestión de cambios en plantas industriales y la prevención de accidentes laborales..... 207

    La gestión del cambio, una nueva disciplina ..... 209

Ejemplo de caso de estudio 1. La cultura de seguridad y el proceso de gestión de la seguridad basado en los comportamientos en 4 empresas dedicadas a actividades metalmecánicas ..... 219

    Metodología..... 219

        La definición operativa de la variable dependiente..... 220

        Población y muestra ..... 220

        Control de la aleatoriedad y sistematicidad en la medición de las variables..... 223

        El instrumento..... 223

        Análisis de los datos..... 224

    Análisis de resultados ..... 224

    Número de accidentes/trabajadores promedio ocupados/mes..... 225

    Los comportamientos seguros..... 227

    Liderazgo desde la alta gerencia ..... 228

    Liderazgo desde el mando medio y supervisor operacional ..... 229

    Liderazgo desde los profesionales que gestionan la seguridad industrial..... 230

Fortaleciendo la cultura de seguridad..... 230

    Caso de estudio 2. Evaluación de la cultura en seguridad en una empresa constructora..... 231

    Análisis de resultados ..... 234

        Indicadores de accidentalidad ..... 234

    Análisis general ..... 235

    Análisis de resultados por dimensión ..... 237

        Compromiso ..... 237

        Comunicación ..... 237

        Participación ..... 238

        Confianza ..... 238

        Aprendizaje organizacional ..... 238

|   |     |
|---|-----|
| Relaciones con los jefes .....  | 239 |
| Capacitación .....  | 239 |
| Percepción general .....  | 240 |
| Análisis general de resultados .....  | 240 |
| Conclusiones.....   | 242 |
| El liderazgo y su influencia en la seguridad.....   | 244 |
| El supervisor: un agente de cambio de alto impacto en la<br>seguridad y salud en el trabajo ..... | 248 |
| La supervisión y el supervisor.....   | 249 |
| Las observaciones de comportamientos y los supervisores .....                                     | 251 |
| Bibliografía .....  | 263 |
| <br>  |     |
| Anexo A. Ejemplos de comportamientos críticos de actividades<br>críticas.....                     | 275 |
| Aislamiento eléctrico en baja tensión .....   | 275 |
| Empaque y paletizado cremas .....   | 276 |
| Operación recibo soda, grasa, hipoclorito de sodio .....  | 277 |
| Operario línea a.....   | 278 |
| Uso de eslingas y aparejos.....   | 278 |
| Trabajo en caliente.....  | 279 |
| Uso de herramientas manuales .....  | 280 |
| Operación de montacargas .....  | 281 |
| Engrase general de equipos.....   | 283 |
| Corte de maleza con guadaña.....  | 284 |
| Excavaciones.....   | 285 |
| Soldadura eléctrica.....  | 287 |
| Cargue de producto terminado .....  | 289 |
| Mantenimiento de tableros eléctricos.....   | 290 |
| Mantenimiento y verificación de válvulas de control .....   | 290 |
| Anexo B. ....   | 292 |
| Anexo C.....  | 294 |
| Anexo D .....   | 301 |
| Anexo E .....   | 302 |

## Índice de figuras

|  |     |
|--|-----|
| Figura 1. Teoría del dominó de Heinrich como modelo de ocurrencia del accidente.....   | 20  |
| Figura 2. Modelo de control de pérdidas.....   | 22  |
| Figura 3. Modelo del queso suizo para explicar a los accidentes .....  | 23  |
| Figura 4. Alcance de la gestión de la seguridad .....  | 36  |
| Figura 5. Fases del control cognitivo y errores humanos.....   | 38  |
| Figura 6. Secuencia del fenómeno.....  | 56  |
| Figura 7. Ciclo de antecedentes-comportamientos-consecuencias.....   | 59  |
| Figura 8. Características de las consecuencias.....  | 59  |
| Figura 9. Ciclo de la gestión de la seguridad basada en los comportamientos .....  | 73  |
| Figura 10. Secuencia para identificar a las PC (adaptado de Sulzer-Azaroff y Fellner, 1984) .....  | 78  |
| Figura 11. Modelo para registrar las observaciones de las prácticas claves .....   | 81  |
| Figura 12. Resultado de todas las observaciones realizadas en el objeto de estudio .....   | 109 |
| Figura 13. Resultado de todas las observaciones realizadas en el caso de estudio 2.....  | 113 |
| Figura 14. Resultado de todas las observaciones realizadas en el caso 3.....   | 115 |
| Figura 15. Gráfico que muestra los resultados generales del taller respecto al índice de acciones por la calidad en la fase del logro del cambio de comportamientos..... | 123 |
| Figura 16. Correlaciograma de las variables: porcentaje de calidad diario e índice de "Acciones por la Calidad" .....  | 124 |
| Figura 17. Índice de "Acciones por la Calidad" (%) y porcentaje de calidad obtenidos durante todo el estudio .....   | 126 |
| Figura 18. Jerarquía de control de riesgos .....   | 145 |
| Figura 19. Supuesta influencia de los PGSBC en la jerarquía de control de riesgos (invierte el orden de prioridad) .....   | 145 |
| Figura 20. Flujos informativos entre los componentes de un SGSST y un PGSBC (adaptado de Fleming y Lardner, 2002) .....  | 152 |
| Figura 21. Tipos de comportamientos críticos para la seguridad .....   | 158 |
| Figura 22. La cultura y sus capas .....  | 184 |
| Figura 23. Curva de Bradley.....   | 194 |
| Figura 24. Evolución organizacional de la seguridad .....  | 196 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 25. Formas de investigar a la cultura de la seguridad .....                                   | 204 |
| Figura 26. Cultura e impacto en resultados de la seguridad .....                                     | 207 |
| Figura 27. Índice de accidentalidad/trabajador. Número<br>de comportamientos seguros/grupo/mes ..... | 229 |
| Figura 29. Dinámica de incidentes discriminados por tipo de<br>consecuencias .....                   | 235 |
| Figura 30. ....  | 236 |
| Figura 31. Percepciones de los trabajadores versus percepción<br>de la alta gerencia .....           | 237 |
| Figura 32. Liderazgo, clima de seguridad y efectos en los resultados .....                           | 247 |
| Figura 33. Resultados de las correlaciones entre los elementos<br>investigados .....                 | 248 |

## Índice de tablas

|  |     |
|--|-----|
| Tabla 1. Cantidad de trabajadores en el taller objeto de estudio .....   | 117 |
| Tabla 2. Porcentaje de calidad correspondiente a los 6 meses previos<br>al estudio. (1. <sup>a</sup> y 2. <sup>a</sup> en porcentaje y desecho en metros) .....  | 118 |
| Tabla 3. Cantidad y porcentaje de cada defecto en los 6 meses<br>previos al estudio .....  | 118 |
| Tabla 4. Resultados del índice “Acciones por la Calidad” para cada<br>brigada y el taller en general en la etapa 2 (los números<br>son porcentajes) .....  | 121 |
| Tabla 5. Resultados del índice de “Acciones por la Calidad” (%)<br>en la fase del logro del cambio de comportamientos para<br>ambas brigadas y el taller, junto al porcentaje de calidad<br>de primera clase del taller, obtenido cada día ..... | 122 |
| Tabla 6. Porcentaje promedio de cada indicador en cada etapa .....   | 124 |
| Tabla 7. Porcentaje promedio de cada CC y del porcentaje de<br>calidad en la fase de consolidación del cambio .....  | 126 |
| Tabla 8. Proceso de maduración de la cultura por dimensión<br>relacionada con la Higiene y la Seguridad (H&S) .....  | 197 |
| Tabla 9. Total de empleados entrevistados por compañías .....  | 212 |
| Tabla 10. Total de incidentes por compañías .....  | 213 |
| Tabla 11. Muestra abarcada en la investigación por empresa .....   | 222 |
| Tabla 12. Dinámica de accidentalidad, grupo experimental evaluado ...  | 225 |
| Tabla 13. Dinámica de accidentalidad, grupo de control .....   | 226 |

Tabla 14. Dinámica de los comportamientos seguros.....228  
Tabla 15. Personas entrevistadas por categoría ocupacional .....233

## Prólogo

El azote que representan para la humanidad las lesiones y muertes en el trabajo está bien reconocido. De hecho, esto ha sido un estímulo para incluso regular estatalmente lo que se debe hacer para tratar de lograr una gestión adecuada de los riesgos que los provocan. Muchas empresas se preguntan qué hacer para aumentar su efectividad y su eficacia en la prevención de incidentes en su trabajo, mientras que otras van descubriendo que realizar sus operaciones de forma segura desde la primera vez representa un impacto en la productividad y en la competitividad que solo era alcanzado por grandes empresas en el pasado, las cuales no compartían mucho esas ventajas competitivas.

Y claro, para lograr resultados superiores, no se pueden mantener los mismos criterios con los que se llegó al estado actual; sin duda, lograr excelencia en la seguridad significa cambiar de mentalidad en primer lugar. De entrada, la idea de pedirles a los trabajadores que sean más cuidadosos para que existan menos accidentes no puede ser la estrategia principal que lleve al éxito y esa aún es la estrategia predominante en muchas organizaciones. El reconocimiento de que el comportamiento inseguro de los trabajadores solo es una causa inmediata de los incidentes, y de ninguna forma una causa raíz, ha venido creciendo en los últimos 50 años y hoy tiene su expresión más popular en la teoría de la Seguridad II. No es, por supuesto, la única característica de la llamada Seguridad II, pero sin duda forma parte de su núcleo teórico, el cual también se desarrolla en torno al aumento de la complejidad tecnológica y los necesarios cambios en los modelos y formas de interpretar a la gestión de la seguridad hoy en día.

Una de las herramientas más eficaces para mejorar la gestión es, sin duda, un proceso de gestión de la seguridad basado en los comportamientos (PGSBC). Los PGSBC han tenido conceptual y prácticamente un desarrollo que los ha convertido, de ser solo una herramienta de observación y retroalimentación, a ser un componente de los sistemas de gestión con múltiples oportunidades de interactuar con el resto de los componentes de los

sistemas, con una potencialidad de involucrar a la gerencia y de construir interacciones entre todos los actores de una organización que faciliten el perfeccionamiento de la cultura de la seguridad de las mismas. Claro, no son los PGSBC tradicionales, que, aun cuando hayan conseguido éxitos, solo explotan un porcentaje pequeño de esta tecnología.

Y, por último, se pretende abordar en esta obra el tema complejo, por su carácter esencialmente subjetivo, de la cultura de la seguridad, sus características, cómo medirla y transformarla, unida a la experiencia de algunos casos en los que los autores de la obra han participado y que son objeto de atención. Del mismo modo, se tratará el liderazgo hacia la seguridad.

La obra que se presenta trata de dar una actualización en todos estos temas desde la perspectiva de los autores, quienes han dedicado una gran parte de su vida a la investigación académica, la ejecución práctica sobre el terreno y la asesoría a organizaciones en la gestión de la seguridad.

Los autores

## Capítulo 1

# ¿A qué llaman Seguridad I? y el papel del error humano

En el 2014, Erik Hollnagel, en su libro *Safety-I and Safety-II: the past and future of safety management* (Hollnagel, 2014), terminó de afianzar los términos de Seguridad I y Seguridad II como forma de diferenciar dos filosofías de pensamiento hacia la seguridad. Ciertamente, el profesor Hollnagel no fue el primero que habló de esta diferenciación, muchos otros especialistas venían haciéndolo desde tiempos muy atrás, pero sí fue el que, por su prestigio profesional y académico, por su insistencia, por lograr nuclear a muchas personas alrededor del tema, por la acertada selección de la frase y su difusión, logró destacar las diferencias entre ambas filosofías y hacer notar de forma amplia las mismas entre la comunidad científica y técnica de los que nos dedicamos a la gestión de la seguridad y la salud.

Empecemos entonces por lo que es la Seguridad I y sus críticas.

Lo primero es la propia definición de lo que es la seguridad. En Seguridad I, se entiende por seguridad la ausencia de accidentes. Es difícil encontrar en la literatura una definición clara de lo que es la seguridad; en el *Diccionario de la lengua española* en su versión web, se puede encontrar: "seguridad activa: 1. f. Transp. seguridad que proporciona un conjunto de mecanismos, características o prestaciones de un vehículo cuya función es evitar o prevenir accidentes" (Real Academia Española, 2019); en su similar en inglés se encuentra: "*safety: The condition of being safe; freedom from danger, risk, or injury*". O sea, la condición de estar seguro; libre de peligro, riesgo o lesión (*The American Heritage Dictionary*, 2019), o bien "*Safety is the freedom from unacceptable risk*" de The American National Standard Institute (cita tomada de Hollnagel, 2013). Numéricamente, la seguridad se mide por el número de accidentes, o sea, por el nivel de inseguridad que pueda existir,

lo cual es una antigua contradicción en sí misma. Se cuentan los eventos negativos y, según estos sean menos, se supone que hay mayor seguridad.

Al pensar en seguridad se piensa en accidentes y las acciones relacionadas con la seguridad generalmente se enmarcan de forma principal en tratar de detectar lo más posible los riesgos que están presentes en una tarea o un sistema, para controlarlos y evitar que se produzcan accidentes. Las acciones de control entonces pueden ser de varios tipos y abarcar tanto al individuo o individuos que forman parte del sistema como a cualquiera de sus elementos. Se asume que un sistema entonces será más seguro, a medida que menos cosas vayan mal. Una consecuencia de esta forma de pensar es que la forma de actuar sea muchas veces reactiva y, ciertamente, es muy común la frase: "Para que hagan algo aquí, tiene que ocurrir un accidente, entonces todos se ocupan". Esta es una manifestación clásica de la Seguridad I.

La seguridad se ha interpretado entonces como un no-evento dinámico. Los no-eventos son dados por hechos. Cuando las personas no ven nada, asumen que no está pasando nada y que seguirá sin pasar nada si continúan haciendo lo mismo que hacían antes. Esta es quizás una de las bases de los accidentes por realizar continuamente comportamientos inseguros que no producen eventos negativos hasta un momento determinado, en que sí los producen.

Para la Seguridad II, esta definición de seguridad es insuficiente para manejar los sistemas actuales, los cuales son mucho más complejos en todos los órdenes que los existentes cuando se conformaron las definiciones clásicas de lo que es seguridad.

Para continuar, remontemos el análisis a los comienzos de la ciencia de la gestión de la seguridad: William Heinrich, ingeniero mecánico norteamericano, es considerado el padre de la seguridad industrial moderna. Sus observaciones de principios del siglo XX sobre cómo gestionar la seguridad fueron sintetizadas en los que él llamó "axiomas de la seguridad industrial"; estos axiomas (téngase en cuenta la definición de axioma: "proposición tan evidente que no necesita demostración") marcaron profundamente lo que los gerentes y trabajadores generales, así como lo que los gerentes y técnicos de la seguridad harían de ahí en adelante; su interpretación ha resultado en una serie de prácticas industriales que aún hoy en muchas organizaciones marcan la forma en que se gestiona la seguridad. Revisemos

algunos de ellos (no se respetará el orden original que les dio Heinrich y la traducción del inglés es libre) y analicemos nuestra interpretación y relevancia para la gestión de la seguridad. Los axiomas pueden consultarse en la obra escrita de este autor (Heinrich *et al.*, 1980):

## **Axioma 1**

El primero de los axiomas que analizaremos es un soporte teórico para la prevención de los accidentes ocupacionales y se describió como: "la severidad de un accidente es casual, la ocurrencia de los mismos es causal". En efecto, hasta hoy y a pesar de la confusión que genera en nuestros modelos mentales la palabra accidente para definir un evento causal, prácticamente todos estamos de acuerdo en que los accidentes son prevenibles, aun cuando algunos no estén muy convencidos de ello (ya se analizará en Seguridad II); es tal la contradicción mental que se genera, sobre todo para el no experto en el tema, al utilizar como definición del fenómeno a la palabra accidente que se asocia con un hecho imprevisible, fuera del alcance de nuestra voluntad.

En Seguridad I, se supone que todo evento negativo debe tener una o unas causas raíces que lo explican y, cuando esto sucede, entonces pueden aplicarse unas medidas correctivas que permitan eliminar o controlar dichas causas. Esta insistencia en la causalidad de los accidentes es algo que critica la Seguridad II, el planteamiento de la Seguridad II es que no siempre es así, ya no. En tecnologías más simples puede cumplirse, en sistemas más complejos no siempre es posible determinar causas raíces.

Por otro lado, está el tema de la casualidad en la severidad del evento. Como se sabe, y dando por sentado que estamos refiriéndonos a eventos de tipo ocupacional o industrial, si no hay lesión, usualmente lo llamaremos "casi accidente o incidente" y si hay lesión, "accidente". Para eventos que se parezcan mucho, por ejemplo, la proyección de un objeto hacia el cuerpo de una persona: ¿de qué depende que exista lesión o no o de qué depende la magnitud de la lesión? Heinrich plantea que la casualidad aquí juega un gran papel, lo cual pudiese ser cierto en los tiempos en los que él adquirió experiencia dado el bajo nivel tecnológico de la industria y el bajo nivel de conocimientos sobre seguridad existente, pero lo mismo no se sostiene en nuestros tiempos. Por ejemplo, el uso de gafas de seguridad afecta a dicha "casualidad" en la severidad de una proyección de partículas; si la usas como medida de prevención, probablemente afectes a la severi-

dad del incidente que ocurra y la magnitud de la lesión es diferente. El uso de las gafas de seguridad es una medida intencional del hombre, y así hay muchísimas medidas de prevención que hacen que no sea casualidad el hecho de que haya menos lesiones y que, si las hay, sus severidades sean menores.

## **Axioma 2**

“Un accidente es invariablemente causado o directamente permitido por un acto inseguro de una persona y/o un riesgo físico”. El efecto de este axioma en la teoría y en la práctica de la gestión de la seguridad es de un profundo impacto. A pesar de toda la aceptación moderna de que las acciones y las condiciones inseguras son solo los últimos eslabones de una secuencia de acciones interconectadas entre sí, que pudieron haber comenzado incluso con mucha anterioridad al momento en que se producen y que los eventos no tienen que tener una secuencia lineal, a pesar de todo eso, la práctica de cualquier sistema de gestión de la seguridad aún se basa en la identificación, en primer lugar, de estas dos causas y, después, siguiendo el principio de que siempre hay causas raíces (ver axioma anterior), del resto de las causas que, aunque más remotas, son probablemente más importantes.

Es difícil cambiar esta tendencia en la gestión, incluso hasta se puede aceptar que es saludable desde el punto de vista de la moral de todos, en primer lugar, identificar lo que está obviamente al claro alcance de todos los participantes. Lo realmente perjudicial es quedarse en este nivel de esfuerzo organizacional (identificar las causas inmediatas); los directivos deben asegurar que no aparezcan estos actos y condiciones inseguras de forma sistémica y deben garantizar su rápido control en el caso de que aparezcan. Pero, para ello, hay que avanzar en la investigación y comprensión de las causas que originan una acción o condición insegura. Si uno sigue la simple lógica de la pregunta “¿Por qué...?”, por ejemplo: ¿por qué el trabajador introdujo su mano en la prensa en movimiento? o ¿por qué se rompió la escalera? y sigue haciendo la misma pregunta a cada respuesta y repite muchas veces este ejercicio, probablemente llegue a la conclusión de que “un accidente es invariablemente causado por el sistema de gestión que constituye su entorno” o “por la cultura organizacional en que se desenvuelve el sistema”. Invito al lector que comienza a interesarse en estos temas a que haga el ejercicio; los que ya llevan tiempo en él probablemente solo estén leyendo algo que no es, por mucho, nuevo para ellos.

Claro que, si la gestión de la seguridad se basa solo en las acciones y condiciones inseguras, entonces es como si un hombre estuviera con un extinguidor apagando fuegos en un almacén de líquidos combustibles donde hay chispas por todos los lados; solo depende cuán combustibles sean los líquidos para que sean accidentes leves o catástrofes completas, lo que sí es seguro es que el sistema en sí no garantizará que no haya incendios.

Este axioma nos introduce también en los modelos que explican los accidentes dentro de la Seguridad I y, consecuentemente, las técnicas que se derivan de ellos.

Los modelos de análisis de accidentes secuenciales explican las causas de los mismos como el resultado de una cadena de eventos discretos que ocurren en un orden temporal en particular. El primero de los modelos de accidentes secuenciales es el contenido en la teoría de las fichas de dominó propuesta por Heinrich. De acuerdo con esta teoría, hay cinco factores que intervienen en la secuencia lineal del accidente, cada uno representando una ficha de dominó parada verticalmente, una detrás de la otra, suficientemente cerca para que la caída de una haga caer a la otra en secuencia (ver figura 1). Estos factores son: el medio ambiente social (las condiciones que nos hacen tomar o aceptar los riesgos), la culpa de la persona, los actos o condiciones inseguros (la mala planificación, equipos inseguros, peligros del medio ambiente), el accidente y la lesión. Estos cinco factores están dispuestos en forma de dominó y, al producirse la caída de las primeras fichas, se genera como resultado la caída de toda la fila, llegando a la lesión. Esto provoca que cada factor de riesgo lleva a la siguiente fase, produciendo finalmente la lesión.

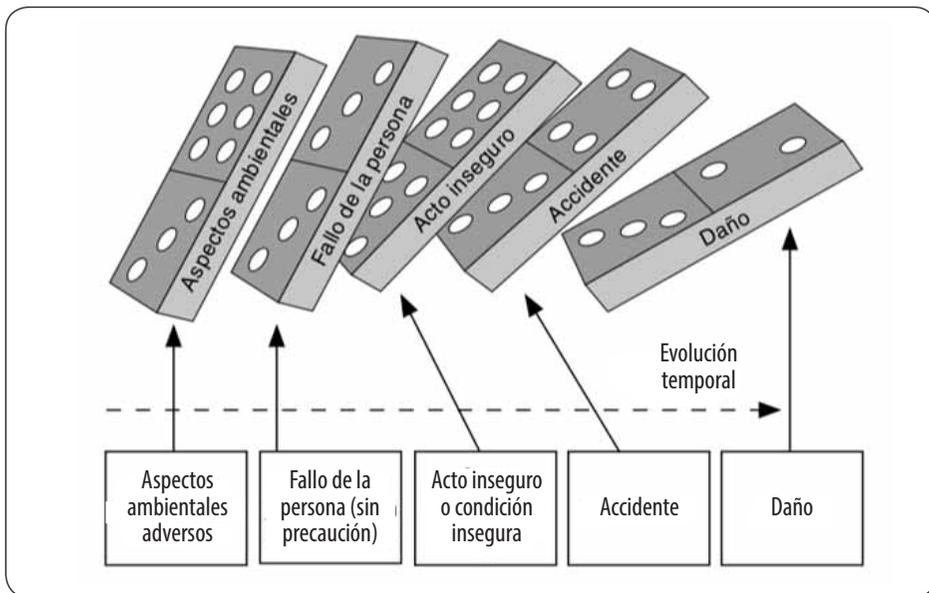
Este modelo fue posteriormente perfeccionado por Bird (ver explicación amplia en Bird *et al.*, 1996) en su clásico modelo de control de pérdidas (ver figura 2), que tuvo como aporte muy importante el señalar que existían causas inmediatas y causas básicas o remotas y dio a nuestro juicio el primer paso en hacer un señalamiento de que las causas finalmente eran sistémicas al señalar como el primer bloque de causas (y el más alejado de la lesión) a la falta de control. La teoría del control de pérdidas fue muy importante para el mundo de la seguridad y del seguro y hoy todavía hay muchas técnicas que tienen su origen en el trabajo fundamental de Frank Bird.

Junto con estos modelos, más adelante se aceptó la teoría de la multicausalidad, o sea, el hecho de que la ocurrencia de un accidente no tenía que

ser en una sola línea en el tiempo, sino que podían combinarse múltiples eventos secuencialmente en el tiempo para llegar a la lesión o al fallo. Esta concepción fue el origen de la técnica de los árboles de fallos, que funciona de forma razonada hacia atrás, o sea, se postula un fallo o una lesión y se va retrocediendo buscando los eventos que originaron a la misma de forma secuencial y concatenada. También el de la técnica del árbol de sucesos o árbol de eventos, que funciona de forma razonada hacia delante, o sea, se postula un evento y se analiza lo que el mismo provoca, entonces lo que provoca el siguiente hasta ver si el evento produce un fallo o una lesión o no. Los análisis permiten determinar cuáles eventos pueden ser intervenidos para “romper” la secuencia que se está produciendo y así evitar el accidente (ver Instituto de Seguridad e Higiene del Trabajo, 1999 y 1999b, para más detalles de estas técnicas).

**Figura 1.**

*Teoría del dominó de Heinrich como modelo de ocurrencia del accidente.*



Los modelos secuenciales dieron origen a muchas otras metodologías de análisis de accidentes, como la del análisis de causas raíces, y técnicas, algunas populares hoy en día, como el Análisis de Modos y sus Efectos de Fallos (AMEF) o el análisis de riesgos y operabilidad, conocido por sus siglas inglesas HAZOP, e incluso más modernos, como el análisis de las capas de control, conocido por sus siglas inglesas LOPA.

La unión de los dos árboles (de fallos y de sucesos) se da en la técnica llamada diagrama de corbatín (*bow tie diagram*), donde, en el centro, se coloca el evento que produciría el daño; hacia el lado izquierdo, se expone el árbol de sucesos con todas las causas que pueden llegar a producirlo y, hacia el lado derecho, el árbol de fallas que puede hacer que las consecuencias sean cada vez peores. En las ramas que conforman el diagrama, se colocan las diferentes barreras o medidas de control que pueden impedir que se agraven las consecuencias.

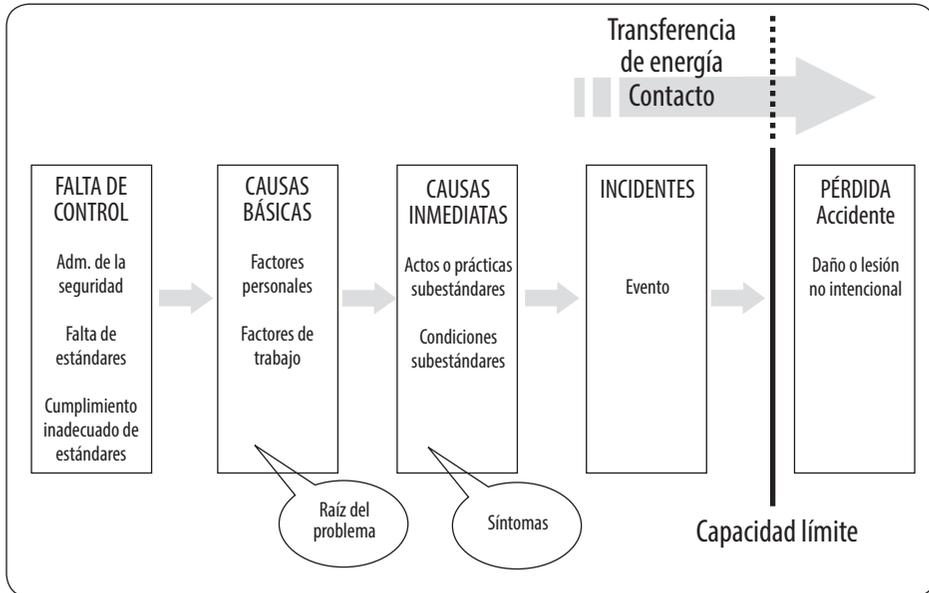
Los modelos secuenciales son fáciles de entender, pero son limitados para explicar a los accidentes cuando el nivel de la tecnología aumenta, y entonces aparecieron los modelos llamados “epidemiológicos”, los cuales toman su nombre de la metáfora médica que hacen de su funcionamiento con el desarrollo de las enfermedades producidas por patógenos en el cuerpo humano. Los microorganismos patógenos están en el cuerpo humano por mucho tiempo sin provocar ningún síntoma de enfermedad hasta que, en algún momento, de forma oportunista, aprovechan una debilidad del cuerpo humano y provocan la enfermedad. Los modelos epidemiológicos postulan esta forma de manifestarse los accidentes; hay riesgos “agazapados”, a los que les llaman “condiciones latentes”, las cuales, combinadas con “fallos activos”, o sea, comportamientos inseguros, originan los eventos que producen las lesiones; las condiciones latentes son las causas básicas que generan a los accidentes. El modelo del queso suizo de Reason (Reason, 1990) es el más popular para representar a los modelos epidemiológicos (ver figura 3).

En este modelo, Reason representa a las barreras que impiden la ocurrencia de los accidentes como las lascas de los quesos suizos, las fallas en las barreras son los huecos en las lascas del queso (por eso es el suizo) y las mismas se cierran y se abren en dependencia del grado de erosión o de degradación que muestren las mismas (a nosotros nos parece, además, que los huecos se “mueven” en las lascas todo el tiempo, no necesariamente aparecen y desaparecen en el mismo lugar, lo cual no está descrito por los autores originales, pero se parece más a la realidad). Entonces, para que se produzca un accidente, deben “alinearse” todas las fallas y ocurrir una transferencia de energía hacia una persona o un objeto.

Una de las técnicas más conocidas desarrollada a partir de este modelo es la del árbol de riesgo y supervisión de la gestión, conocida como MORT en inglés (*Management Oversight and Risk Tree*), compleja de explicar, no es

la intención. Para una revisión más amplia de todas estas técnicas, puede consultarse a varios autores (Arévalo, 2016; Botta, 2010).

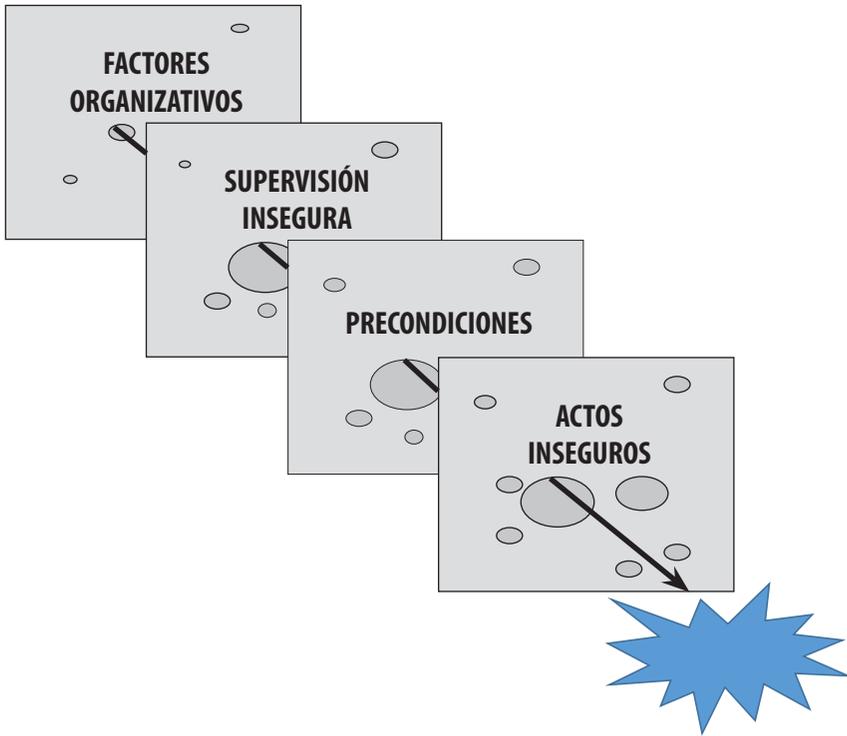
**Figura 2.**  
*Modelo de control de pérdidas*



Todo lo anterior pertenece a la Seguridad I y en las condiciones de sistemas cognitivos complejos, aquellos donde el actuar del ser humano en unión con la tecnología, donde la automatización y las comunicaciones en un entorno de actividades de trabajo complejas actúan a la vez o en entornos donde la interacción entre diferentes unidades de producción o servicios es muy compleja (tal como los hospitales), estos modelos han resultado insuficientes para explicar los eventos negativos que ocurren en los mismos. De ahí es que entonces nacieron los modelos sistémicos que serán explicados en el acápite de Seguridad II.

**Figura 3.**

*Modelo del queso suizo para explicar a los accidentes*



**Axioma 3**

“La dirección tiene la mayor oportunidad para iniciar el trabajo de prevención, por tanto, esta debe asumir la responsabilidad”.

Este es un axioma históricamente complicado; aceptarlo realmente (no teóricamente) no ha sido, ni es fácil para ningún ejecutivo hasta hoy, de hecho, en la práctica es generalmente rechazado. Los accidentes producen lesiones, eventualmente pérdidas de capacidad temporales o permanentes e incluso producen muertes y estas consecuencias tienen que ser asumidas legalmente. Una consecuencia lógica del hecho de aceptar este axioma puede interpretarse como la obligación de aceptar al mismo tiempo la responsabilidad legal por los accidentes que ocurren y esta consecuencia, obviamente, es muy poco atractiva para la dirección. Este conocido conflicto ha impedido por mucho tiempo que haya un trabajo sincero y un esfuerzo efectivo por colaborar en materia de prevención entre dirigentes y dirigidos.

Con el objetivo de limitar la responsabilidad legal por las consecuencias de un accidente, muchos dirigentes han tratado de cumplir solo lo que la legislación presupone que es su responsabilidad: asegurar condiciones, medios de protección y el entrenamiento que se reconozca adecuado. La calidad y la cantidad de estas variables estarían en dependencia de otros muchos factores (económicos, técnicos, organizativos, socioculturales, éticos), siendo en la historia el factor más importante las luchas por las reivindicaciones de los trabajadores, el principal motor impulsor para que el Estado legislara con más o menos intensidad sobre estas materias.

Solo con el desarrollo de las organizaciones y el logro de una cierta equivalencia técnica entre empresas competidoras de primer nivel, es que el factor humano comienza a tener una relevancia adecuada y es tenido en cuenta como el factor de mayor importancia para que se triunfe en la competencia. El aseguramiento de la calidad adquiere un papel relevante y de ahí rápidamente se aprendió que, de los errores de calidad, casi el 100 % de ellos se debe a problemas de dirección; asegurar calidad empieza por dirigir bien. Es a partir del reconocimiento de este concepto cuando realmente se vuelve insostenible que no sea la dirección la principal responsable de la prevención de accidentes. La seguridad fue de hecho la "cenicienta" de todas las funciones industriales, tanto en el plano teórico como en el plano práctico, pero una organización es un sistema y el rendimiento de un sistema está frecuentemente condicionado al rendimiento del eslabón más débil.

Se convirtió así la prevención de los accidentes en el "cuello de botella" y la única forma de resolver esto es centrando el esfuerzo de la dirección en la debilidad organizativa, y al fin se logró hacerle justicia al enunciado de Heinrich, poniendo en práctica su axioma, el cual fue enunciado más de medio siglo antes de que la necesidad lo comenzara a implementar lenta, pero inexorablemente. Hoy, el tener altos niveles de seguridad ocupacional, en algunos contextos industriales o de servicios, es señal de tener una ventaja competitiva o de no entorpecer otras ventajas competitivas. ¿Cuál es la empresa que es excelente en productividad y ganancia y no es excelente en seguridad? En el caso de la seguridad industrial, la que prevé accidentes mayores; la seguridad es crítica y es por donde empezó a verse el compromiso real de la gerencia en este campo.

De todos modos, la lógica es implacable; la dirección decide sobre los recursos, hace los planes, define e implementa las políticas, tiene la autoridad, supervisa y controla. Por todo lo anterior, si hay accidentes, es que

algo falla en el sistema, si este fallo está fuera de control (no hay una reducción permanente de los accidentes), entonces hay un problema de diseño u operación del sistema y, por ende, es un tema completamente responsabilidad de la dirección.

La Seguridad I ha estado marcada por la falta de compromiso de la dirección; poco a poco se va revertiendo esta tendencia, que es una característica intrínseca de la Seguridad II, la cual no puede existir sin ese compromiso.

## **Axioma 4**

El incentivo humanitario tiene dos poderosos suplementos económicos:

- Lo seguro es productivamente económico.
- El costo directo de los accidentes debido a la seguridad social y al tratamiento médico es solo 1/5 del costo total.

Que el primer incentivo para trabajar en la prevención de accidentes es evitar el sufrimiento humano es claramente indiscutible desde los puntos de vista ético, religioso, político, humanista, sociológico y desde otros muchos, pero en cambio casi siempre se cuestionaba la prevención desde el punto de vista económico. Es más, la mayoría de las veces la queja de los responsables de la prevención en las empresas es la falta de recursos (principalmente financieros) para ejecutar las acciones planeadas. Muchos de los que trabajamos en prevención vemos esto como un defecto en la prioridad de las organizaciones, en contraste, pocas veces lo vemos como una incapacidad nuestra de convencer a la dirección; creemos que ellos —los altos ejecutivos— deben ser capaces de darse cuenta por sí solos de que hay que “invertir” en seguridad y no tanto que es nuestra responsabilidad convencerlos. En fin, es un tema recurrente y conocido.

Si un especialista en seguridad no es capaz de explicar satisfactoriamente el retorno de la inversión que propone para prevenir los accidentes, entonces no ha entendido que el lenguaje de la alta dirección tiene obligatoriamente que pasar por números. Si el especialista en seguridad no ha aprendido el lenguaje principal de sus jefes, entonces solo dependerá de la suerte de tener unos jefes que confíen ciegamente en él o tengan la capacidad de ver económicamente lo que él no ve, o temor de no cumplir aspectos de la legislación, o que tengan muy agudizado su sentido humanista, o cualquier otra dependencia que le permita seguir su trabajo, pero lo que es seguro

es que no tiene comunicación en el lenguaje principal con el que tiene que lidiar su jefe día a día para tomar decisiones, y ello es muy probable que incidirá en sus resultados.

Tomemos un ejemplo sencillo para presentar un análisis económico simplificado: en un sitio de producción, donde ocurren un total de 20 accidentes por año, el costo promedio estimado de los accidentes es de 2.000 USD, lo cual nos lleva a un total de 40.000 USD anuales. Implementar un programa de seguridad basada en los comportamientos conllevaría a una inversión de 500 USD mensuales, para un total de 6.000 USD anuales; quedarían aún unos 34.000 USD para otras necesidades de prevención. ¿Es económico implementar el programa?

¿Qué elementos de costo incluyen los 2.000 USD del costo promedio estimado de los accidentes mencionado anteriormente? Usualmente, es el costo de la compensación salarial, pago de seguros médicos, hospital, primeros auxilios, gastos administrativos en la gestión del accidente, etc. A este conjunto de costos se le ha denominado costos directos. Pero hay un número de costos indirectos asociados a cada accidente que la mayoría de los expertos clasifican como de una magnitud varias veces mayor que la de los directos. Ejemplos son pérdidas de producción por detección temporal del proceso, pérdidas de materiales, disminución temporal de la productividad por la entrada de un trabajador que reemplaza al accidentado y no tiene la suficiente experiencia o entrenamiento, gastos de depreciación del equipamiento sin usarlo, etc. No hay un procedimiento estandarizado para registrar estos costos y la mayoría de los estudios que reportan una determinada proporción entre costos directos e indirectos se han realizado en contextos específicos que no permiten generalizar esta proporción de forma confiable. De este modo, las magnitudes llegan a ser desde 3 hasta 40 veces mayores los costos indirectos que los directos. O sea, Heinrich tiene razón en que hay una relación entre los costos, pero no se sustenta la relación que él da como relación universal, además el contexto de su análisis en su época es muy diferente al de nuestros días.

Pero tomemos conservadoramente la relación de 3: entonces, en el ejemplo anterior, los costos anuales de los accidentes son de 120.000 USD y el programa a implementar costará 6.000 USD de esos 120.000 anuales. ¿Es económico implementarlo? Por supuesto.

El lector supondrá que todo este esfuerzo se enmarca dentro de la Seguridad I; en la Seguridad II este análisis ya ha sido superado y considerado como correcto.

## **Axioma 5**

“Las acciones inseguras de las personas son responsables de la mayoría de los accidentes”.

La interpretación mecánica de este axioma, que asume que los trabajadores son responsables de la mayoría de los accidentes, ha tenido resultados devastadores para muchos trabajadores, para la conciencia de muchos supervisores y gerentes y, en general, para la gestión de la seguridad. Puede aceptarse que la causa final de un accidente generalmente radica en un error humano, pero deben incluirse en la categoría de errores humanos los diseños inseguros de herramientas, maquinarias y procesos, la adquisición de herramientas y/o equipamiento que no es seguro, la falta de organización del entrenamiento en seguridad, no garantizar un ambiente físico de trabajo seguro (cuando menos ordenado y limpio) y la falta de creación de un ambiente psicosocial que motive a trabajar seguro. De aceptar esta ampliación de errores humanos, pudiera aceptarse que solo una muy pequeña parte de los accidentes es muy difícil de prever, por la muy baja probabilidad de ocurrencia de la cadena de eventos que lo provoquen; el resto son responsabilidad de errores de las personas.

El conflicto de este axioma está en la palabra “responsabilidad”. ¿Significa esta palabra que los trabajadores que se accidentan son “responsables” de haberse accidentado? Muchas sanciones se han aplicado por ello, demasiadas, y aún se aplican injustamente.

En primer lugar, si bien está claramente esclarecido en el año en que se escribe este texto el que una acción insegura casi siempre está involucrada como causa única o concurrente, justamente previo a la ocurrencia del daño o lesión, ello no significa que las personas que las ejecutan sean única y completamente responsables de las mismas. Cuando se analiza más allá de la acción insegura y se trata de averiguar los por qué de estos comportamientos, casi siempre se encuentra un sistema de causas complejas, que son como una nube de eventos entrelazados que condicionan la aparición de una acción insegura.

En segundo lugar, salvo situaciones muy excepcionales, es completamente seguro el que ningún ser humano se tratará de infringir daño de forma consciente, por consiguiente, la razón empieza a hacer dudar de que el accidentado sea, al menos, el único responsable. Pero, si no es el único,

¿quién más lo es? Cuando hay implicaciones legales serias, esta pregunta es muy difícil de responder. Alejándonos del aspecto legal, si se parte de la base de que el trabajador accidentado forma parte de un sistema de trabajo, entonces habrá que identificar responsables en el sistema. Un sistema está compuesto de elementos y de interacciones internas y externas, lo cual vuelve compleja la identificación de las variables responsables, pero solo influenciando las variables adecuadas de esta complejidad es que se pueden lograr resultados consistentemente buenos en prevención.

Se asume que en Seguridad I se ve al trabajador como la fuente de los problemas, su actuar es el que complica la seguridad y se deben tomar todas las medidas para que "trabaje más seguro". Esto provoca una estrategia centrada en el castigo, una formación orientada al cumplimiento de las normas y un liderazgo autoritario. En los modelos epidemiológicos, posteriormente, se desplaza el centro de atención a lo que va mal en el sistema, aunque aún con enfoque secuencial y determinístico, todavía bajo el pensamiento y la acción de que hay que hacer todo como está establecido y se estudia la diferencia entre el trabajo planeado y el real para asegurar que todo se haga como está planeado. En nuestra opinión, esta generalización no es justa, pero así lo describen los creadores de Seguridad I/Seguridad II.

## ¿A qué le llaman Seguridad II?

Los conceptos de la Seguridad II comienzan a aparecer en la década de los años 60 del siglo pasado, pero toman fuerza a partir de los años 80 y 90 y vienen a ser más estructurados como tendencia en los primeros años del siglo XXI.

La definición de lo que es seguridad es una diferencia importante entre ambos constructos: mientras que en Seguridad I es la no presencia de accidentes, en Seguridad II es la presencia de la capacidad de que las cosas vayan cada vez mejor.

El tema de la causalidad es uno de los recurrentes de Seguridad II (ver axioma I en el apartado previo). En la Seguridad I, hay una suposición de que todo evento tiene unas causas raíces únicas que pueden ser identificadas para entonces actuar sobre ellas y lograr eliminarlas o controlarlas a un punto en que el riesgo se considere aceptable. Eso sugiere que hay una determinada forma en que el sistema se comporta que logra que haya re-

sultados positivos (generalmente pensada sobre la base de que se ejecuta lo que está establecido o diseñado o expresado en los procedimientos), mientras que hay una determinada forma que produce resultados negativos (generalmente originada en errores o equivocaciones, en no seguir lo establecido). O sea, los resultados positivos y negativos se originan en formas diferentes de comportamiento de los sistemas.

La Seguridad II no parte de esta concepción, sino de que en los sistemas complejos todo se comporta de forma similar y que lo que hace que el resultado sea expresado como positivo o negativo es la variabilidad intrínseca de dichos sistemas, variabilidad que no puede ser eliminada de por sí, ya que es normal en los mismos.

Esto nos lleva necesariamente al modelo de ocurrencia de los accidentes y a introducirnos en los denominados “modelos sistémicos”, los cuales teóricamente son lo más avanzado hoy en día. Charles Perrow, con su provocadora obra *Accidentes normales* (Perrow, 1999), avivó el gran debate de la seguridad en los sistemas complejos; después de revisar varios de los mayores accidentes industriales (Bophal, Tree Mile Island, Challenger, Chernóbil), planteó que la forma convencional de la ingeniería para garantizar la seguridad era insuficiente, que la introducción de más controles, barreras y alarmas no era suficiente y que ocurrirían accidentes porque la complejidad de los sistemas hacían a los fallos inevitables. No fue el único en plantearlo, por cierto, pero sí fue la obra más popularizada. En la idea de Perrow, los accidentes no se derivan tanto de la cognición y los comportamientos humanos ni de los diseños de ingeniería, sino de las interacciones dinámicas hombre-máquina. Si bien estos accidentes pueden predecirse y el riesgo puede ser aceptado o identificado en retrospectiva a partir de datos de ocurrencia, también pueden resultar de información que no se puede descubrir hasta que se desarrollen los eventos. En efecto, la sorpresa de un accidente refleja no lo que está cognitivamente perdido, sino lo que está cognitivamente ausente. Trevor Kletz, otro gran especialista en seguridad industrial, había advertido de lo mismo en la industria química (Kletz, 2001) y desarrollado junto a otros el principio de la simplicidad en el diseño de plantas químicas, señalando que, cuantos más sensores, computadoras y actuadores, más probable eran los fallos, cuantas más cantidades de sustancias peligrosas almacenadas y más complejas las plantas, más inseguras y acuñó el término “Lo que no tienes no puede escaparse” para reflejar la necesidad de hacer diseños lo más simples posibles.

Cuando aparecen secuencias de eventos desconocidas, no planificadas o inesperadas en el sistema, específicamente en todo el sistema sociotécnico en que está involucrado el trabajador, a ello se le denomina complejidad interactiva. Estos eventos pueden no ser inmediatamente visibles o entendibles. La medida de la complejidad interactiva es la cantidad de formas en que las partes y las relaciones del sistema pueden interactuar. Si bien las interacciones pueden ser lineales por diseño o solo cuando ocurren algunas interacciones, fácilmente se vuelven no lineales a medida que aumentan en número o grado. Las interacciones no lineales de solo unos pocos componentes pueden conducir rápidamente a la complejidad, a las propiedades nuevas e inesperadas del sistema y también a un accidente.

Las soluciones propuestas por Perrow incluyen (Perrow, 1999):

1. Abandonar aquellos sistemas donde los riesgos superan los beneficios razonables,
2. abandonar aquellos sistemas donde no podemos hacer que los mismos sean menos riesgosos a pesar de un esfuerzo considerable, y
3. mejorar esos sistemas con las características de autocorrección o autoorganización.

Por lo anteriormente expuesto, el alcance de los modelos sistémicos va mucho más allá de la tecnología y se adentra en los sistemas sociotécnicos, donde interactúan los seres humanos, envueltos los sistemas unos en otros, y donde la toma de decisiones incluye variables sociopolíticas y de poder (entiéndase que poder no se refiere necesariamente a nada conspirativo de alcance nacional o internacional; un "simple" dominio de acciones de una compañía es un asunto de poder, lograr la asignación de presupuesto para una división en una organización donde todos compiten por presupuestos para sus proyectos es un tema de poder). Para una revisión más actual del alcance de los "accidentes normales", recomendamos el artículo de Jean-Christophe Le Coze (Le Coze, 2015).

Sobre estas y otras bases, los expertos (Hollnagel, 2014; Dekker, 2019) desarrollaron la idea de la "variabilidad normal" dentro de los sistemas complejos para explicar los, a su vez, complejos fenómenos que originan los fallos de dichos sistemas. Según la concepción y base importante de la Seguridad II, los accidentes pueden ser provocados por la variabilidad inesperada de acciones que son normales, incluso pueden ser desviaciones de acciones usuales que nunca por sí solas provocarían nada negativo, pero

que en determinadas circunstancias y combinaciones provocan una acción de resonancia en el sistema (recuerdan cómo se cayeron puentes enteros por la resonancia de sus vibraciones estructurales con las vibraciones de los vientos en los lugares donde estaban) y generan efectos negativos que pueden llegar a constituir accidentes de magnitud variable. Por las características no determinísticas ni lineales de este modelo, es difícil hacer una representación gráfica del mismo.

De este modelo sistémico se han desarrollado varias metodologías que hoy siguen perfeccionándose. La más conocida de todas es el método de análisis por la resonancia funcional (con siglas en inglés: FRAM, *Functional Resonance Analysis Method*). FRAM es un modelo cualitativo de análisis de accidentes que describe cómo las funciones de los componentes del sistema pueden resonar y crear peligros que pueden quedar fuera del alcance del control y provocar un accidente (ampliar en Hollnagel, 2012, y en un trabajo en español utilizando el método en Pimienta, 2018). FRAM se basa en la premisa de que las variabilidades del desempeño, interna y externa, del sistema son normales, en el sentido de que el desempeño nunca es estable en un sistema sociotécnico complejo, como lo es una planta química o de energía nuclear.

En general, en Seguridad II se asume que la seguridad es una propiedad emergente del sistema actuante cuando interactúan sus componentes (emerge como emerge el aroma, el humo del café inconfundible cuando interactúa el agua caliente y el café que se diluye en la misma). Y hay que entender que la propiedad de “emerger” en un sistema se inserta en la característica de la complejidad, cuando la suma de las partes en un sistema interactuando es mayor que el aporte individual de cada componente o cada parte. Y la seguridad que emerge puede dar como resultado eventos que se consideren positivos y eventos que se consideren negativos.

Todo lo anterior tiene implicaciones sobre qué actuar en la práctica. El alcance de la seguridad siempre había sido lo que está mal y que provocó o tiene el potencial de provocar eventos negativos, detectarlo y corregirlo, esto es Seguridad I. Seguridad II amplía su alcance a todo el proceso y a todos los eventos, no solo a lo que provoca efectos negativos para controlarlo, sino a lo que provoca efectos positivos para potenciarlo. Esta es una diferencia importante y, reafirmamos, no es dejar de corregir lo que está mal, sino ampliar el alcance a potenciar lo que está bien; cuantas más cosas vayan bien, menos probabilidad habrá de que algo vaya mal. Y hay un ma-