

56

Director del capítulo
Jorma Saari

Sumario

| | |
|---|-------|
| Introducción <i>Jorma Saari</i> | 56.2 |
| Conceptos del análisis de accidentes <i>Kirsten Jørgensen</i> | 56.3 |
| Teoría de las causas de los accidentes <i>Abdul Raouf</i> | 56.6 |
| Factores humanos en los modelos de accidentes <i>Anne-Marie Feyer y Ann M. Williamson</i> | 56.8 |
| Modelos de accidentes: homeostasis del riesgo <i>Gerald J. S. Wilde</i> | 56.11 |
| Modelos de accidentes <i>Andrew R. Hale</i> | 56.14 |
| Modelos de secuencia de accidentes <i>Ragnar Andersson</i> | 56.18 |
| Modelos de desviación de accidentes <i>Urban Kjellén</i> | 56.22 |
| El MAIM: modelo de información de accidentes de Merseyside <i>Harry S. Shannon y John Davies</i> | 56.24 |
| Principios de la prevención: el planteamiento de la sanidad pública respecto a la reducción de las lesiones en el lugar de trabajo <i>Gordon S. Smith y Mark A. Veazie</i> | 56.28 |
| Principios teóricos de la seguridad en el trabajo <i>Reinald Skiba</i> | 56.34 |
| Principios de prevención: información sobre seguridad <i>Mark R. Lehto y James M. Miller</i> | 56.37 |
| Costes de los accidentes relacionados con el trabajo <i>Diego Andreoni</i> | 56.42 |

● INTRODUCCION

Jorma Saari

De acuerdo con las estadísticas de la Oficina Internacional del Trabajo, se producen cada año 120 millones de accidentes laborales en los lugares de trabajo de todo el mundo. De éstos, en 210.000 se registran fallecimientos. Cada día, más de 500 hombres y mujeres no regresan a sus hogares víctimas de este tipo de accidentes mortales. Son cifras escalofriantes que apenas interesan a la opinión pública. Habida cuenta del precio tan elevado que los accidentes suponen para los países, las empresas y las personas, su difusión pública es más bien limitada.

Por fortuna, hay personas que trabajan, conscientes del fin perseguido y a menudo entre bastidores, para mejorar la comprensión y la gestión de la seguridad y la prevención de accidentes, y sus esfuerzos no han sido en vano. Nuestros conocimientos en este terreno son más amplios que nunca. Muchos investigadores y profesionales de prestigio mundial en materia de seguridad comparten con nosotros estos nuevos conocimientos en los artículos de la presente *Enciclopedia*. En los últimos veinte decenios, el conocimiento de los accidentes ha evolucionado considerablemente. Atrás ha quedado el modelo simplista que dividía el comportamiento y las condiciones en dos categorías: *seguros* o *inseguros*. La creencia firme en que toda actividad puede clasificarse en uno de estos dos apartados ha ido dejando paso a otros modelos sistemáticos más elaborados cuya eficacia en la gestión de la seguridad está comprobada.

Es importante subrayar que dos condiciones que son seguras por separado, pueden no serlo juntas. Los trabajadores constituyen el nexo de unión, ya que su comportamiento varía según su entorno y su medio físico. Por ejemplo, las sierras mecánicas provocaron numerosos accidentes cuando comenzaron a utilizarse en el decenio de 1960, debido a un movimiento peligroso conocido como "retroceso", que coge por sorpresa al operario cuando los dientes articulados de la herramienta tropiezan con una rama, un nudo o un punto de mayor dureza en la madera. Fue el causante de cientos de muertes y lesiones antes del invento de un mecanismo de protección. Cuando Suecia adoptó disposiciones que exigían su instalación, el número de lesiones se redujo de 2.600 en 1971 a 1.700 en 1972, lo cual supuso un enorme avance en la prevención de accidentes provocados por la utilización de sierras mecánicas.

Cualquier usuario de estas ruidosas, vibrantes y, desde luego, afiladas herramientas sabe por experiencia que son muy peligrosas; de ahí la extrema precaución con que la usan los principiantes. Con todo, tras muchas horas de trabajo, los operarios van perdiendo la conciencia del peligro y comienzan a utilizar la sierra con menos cuidado. Algo similar sucede con el dispositivo antirretroceso. Los trabajadores que saben que es posible que se produzca ese movimiento tratan de evitarlo, y al contar con un mecanismo de protección se vuelven menos cautelosos. La industria forestal, otro sector en el que se utilizan las sierras mecánicas de cadena, los estudios han demostrado que la protección de las piernas reduce la precaución de los trabajadores, quienes se exponen con mayor frecuencia a los retrocesos, ya que se creen a salvo.

A pesar de que la protección antirretroceso ha ayudado a prevenir lesiones, el mecanismo es incierto. Aunque resulta eficaz desde el punto de vista de la protección, no existe un análisis definitivo que garantice que sus efectos corren parejos con la seguridad. Se dan dos condiciones que aumentan ésta: el dispositivo antirretroceso y el protector de piernas, pero no significa que la dupliquen. La lógica aritmética de "uno más uno igual a dos" ($1 + 1 = 2$) no es aplicable en este caso, ya que uno y uno pueden ser menos que dos. Por fortuna, uno más uno ($1 + 1$)

son más que cero en ciertas ocasiones. En otras, por el contrario, la suma puede llegar a ser negativa.

Se trata de fenómenos que los profesionales de la seguridad han comenzado a comprender mejor que antes. La división simple de comportamientos y condiciones en seguros e inseguros no permite avanzar mucho en el camino de la prevención. La confianza en cuanto al progreso ha de ponerse en la gestión de sistemas. Si entendemos que las personas, sus tareas, sus equipos y el entorno componen un sistema dinámico, habremos avanzado considerablemente en la prevención de accidentes. Los ejemplos siguientes ponen de relieve la naturaleza dinámica de las personas y el trabajo. Si se modifica un componente, los otros no se mantienen inalterados y el efecto definitivo sobre la seguridad resulta difícil de prever.

En la aviación y en otros sistemas donde la ingeniería y automatización son elevadas, se ha observado que un aumento de ésta no genera necesariamente una mejora de la seguridad. Por ejemplo, puede que los operarios no consigan la práctica suficiente para mantener su nivel de cualificación, y cuando se exige su intervención, es posible que carezcan de la competencia o la capacidad necesarias.

Algunos fabricantes de papel han señalado que los trabajadores más jóvenes no comprenden las funciones de las máquinas tan bien como los de más edad, quienes han trabajado con máquinas no automáticas y han visto cómo funcionan. Los nuevos equipos automáticos se manejan desde salas de control a través de teclados y pantallas informáticos. Los trabajadores ignoran la localización exacta de cada uno de los componentes de los aparatos que utilizan, por lo que pueden colocar alguno de ellos en una situación que, por ejemplo, constituya un peligro para el personal de mantenimiento que trabaja en su proximidad. Una mejora técnica de la maquinaria o los controles que no vaya acompañada de un perfeccionamiento simultáneo de las cualificaciones, los conocimientos y los valores de los operarios es posible que no mejore la seguridad.

Tradicionalmente, la prevención se ha basado en el aprendizaje a partir de los accidentes y cuasiaccidentes. Al investigarlos por separado, conocemos sus causas y podemos adoptar medidas para reducirlas o erradicarlas. El problema es que, en ausencia de teorías apropiadas, no hemos sido capaces de elaborar métodos de investigación que permitan manejar todos los factores importantes para la prevención. Un estudio puede ofrecer una visión bastante aproximada de las causas, pero siempre estará limitado al caso específico examinado. Es posible que existan condiciones y factores que han intervenido en el accidente y cuyas conexiones desconocen o no comprenden los investigadores. La generalización de las conclusiones de un accidente a otras situaciones conlleva un cierto riesgo.

Desde un punto de vista más positivo, cabe destacar que se ha avanzado considerablemente en el área de la gestión de la seguridad basada en la predicción. Se han desarrollado varias técnicas que se han convertido en un elemento rutinario del análisis de riesgo y seguridad industrial. A partir de ellas pueden estudiarse los centros de producción industrial de forma sistemática para determinar posibles peligros y emprender las acciones preventivas adecuadas.

Los sectores químico y petroquímico sobresalen en este campo en todo el mundo. Como consecuencia de grandes catástrofes, como las de Bhopal o Chernóbil, se ha generalizado la utilización de nuevas técnicas de predicción. El avance en materia de seguridad ha sido notable desde mediados del decenio de 1970. Asimismo, numerosos gobiernos se han destacado por hacer obligatorios los análisis de seguridad. Suecia, Finlandia, Japón y la República Federal de Alemania han reducido sus tasas de accidentes de trabajo mortales entre un 60 y un 70 % en este período. Muchos otros países registran resultados

similares. El reto actual es llevar a la práctica los conocimientos alcanzados a partir de la investigación y en perfeccionar las iniciativas preventivas.

Uno de los nuevos avances en la gestión de la seguridad es el concepto de cultura de la seguridad. Tal vez sea de difícil aprehensión, ya que la cultura no es una entidad tangible. Se trata de un concepto abstracto admitido en el seno de una organización o una sociedad. No hay formas directas de ajustarlo. Con todo, es crucial para comprender las posibilidades de la prevención. Uno de los objetivos de este artículo es analizar este nuevo concepto.

La presente edición de la *Enciclopedia* ofrece una revisión exhaustiva de las teorías y los modelos de prevención de accidentes, con el fin de desarrollar estrategias preventivas mejor elaboradas y más eficaces. Los accidentes de trabajo pueden evitarse. No debemos tolerar esta carga innecesaria para nuestro bienestar y nuestra economía.

● CONCEPTOS DEL ANÁLISIS DE ACCIDENTES

Kirsten Jørgensen

El presente artículo pretende ser una guía para calcular la magnitud del problema de los accidentes, más que una mera descripción de la misma. En los accidentes laborales puede estimarse de formas diferentes, en función de si lo que se desea es averiguar la magnitud que ha tenido el problema o la que tendrá en el futuro. (Puede pensarse que esta distinción es innecesaria, pues el conocimiento del alcance actual de un problema servirá para indicar cuál tendrá en el futuro). La magnitud de un problema, así como sus diferentes tipos, varía según los países, los sectores y los lugares de trabajo.

Un accidente puede definirse como el resultado de una cadena de acontecimientos en la que algo ha funcionado mal y no ha llegado a buen término. Se ha demostrado que la intervención humana puede evitar que se produzcan las lesiones y los daños a que conduciría esa cadena de sucesos. Ahora bien, si tenemos en cuenta la intervención humana, podemos concluir que hay muchas más cadenas de acontecimientos potencialmente peligrosas de las que llegan realmente a producir lesiones. Ha de tenerse esto en cuenta al evaluar en toda su extensión los riesgos existentes en los lugares de trabajo. La asunción de que los acontecimientos que acaban produciendo lesiones se deben a ciertos factores existentes en los lugares de trabajo, lleva a concluir que la magnitud del problema debe determinarse en función de la existencia y frecuencia de tales factores.

En el caso de los accidentes de trabajo, la magnitud del problema puede estimarse retrocediendo en el tiempo y comparando el número de accidentes (tasa de incidencia) con su gravedad (jornadas de trabajo perdidas). Sin embargo, si se pretende realizar un cálculo prospectivo, habrá que evaluar la presencia de factores de riesgo en el lugar de trabajo, es decir, de aquéllos que puedan dar lugar a accidentes.

Puede obtenerse una visión completa y precisa de la situación de los accidentes en el lugar de trabajo mediante la aplicación de un sistema global de partes y registros. El análisis de partes de accidente bien elaborados puede facilitar el conocimiento de las relaciones básicas esenciales para comprender sus causas. La determinación de los factores de riesgo es fundamental para estimar con precisión la magnitud del problema. Es posible llegar a conocer los factores de riesgo más importantes analizando la información detallada que ofrece cada parte relativa a la situación de los trabajadores y los operarios en el momento

del accidente, lo que estaban haciendo y manipulando, los medios que utilizaban, los daños y lesiones producidas y otras cuestiones afines.

Riesgo

La medición del riesgo debe efectuarse en función de la información relativa al número y la gravedad de las lesiones sufridas en el pasado, lo que ofrece una estimación retrospectiva. Hay dos tipos de datos que permiten definir los riesgos de lesiones que corren las personas:

- La *medición del riesgo* ofrece un cálculo de la frecuencia de las lesiones y una medida de su gravedad. Puede definirse como el número de días de trabajo perdidos (o de fallecimientos) por número de trabajadores (p. ej., en Dinamarca el riesgo de morir en un accidente de trabajo es de 3 por cada 100.000 trabajadores).
- La *evaluación del tipo de riesgo o elemento de peligro* indica no sólo las fuentes de exposición y otros factores nocivos que pueden provocar un accidente, sino también las circunstancias que dan lugar a la lesión o el daño. Por ejemplo, el trabajo realizado en un lugar elevado entraña un riesgo de caída que puede producir lesiones graves; lo mismo sucede en el trabajo con instrumentos cortantes respecto al contacto con piezas afiladas, o el trabajo con máquinas muy ruidosas durante períodos prolongados, que puede generar daños en la capacidad auditiva.

El sentido común está presente en numerosos tipos de riesgos. Por ejemplo, si uno trabaja en un sitio alto, puede caerse; si el suelo está resbaladizo, puede patinar; si hay cerca objetos punzantes, puede cortarse. No obstante, a otros muchos tipos de riesgo no puede aplicárseles el sentido común, pues pasan inadvertidos. El trabajador debe ser informado de tales riesgos (p. ej., de los daños que origina el ruido en el oído; de cómo afectan al cerebro determinados disolventes; del envenenamiento agudo que causa la inhalación de algunas sustancias químicas).

En todo caso, nuestro conocimiento sobre los tipos de riesgos, sean o no evidentes, adquiridos gracias a la experiencia diaria o a trabajos de investigación, se basan en acontecimientos pasados. Con todo, una cosa es saber qué ha ocurrido y otra predecir lo que ocurrirá en el futuro. Debe señalarse que la base para el reconocimiento del riesgo viene dada tanto por el conocimiento de las fuentes de exposición y otros factores potencialmente nocivos que pueden causar daños o lesiones cuando se unen a determinadas tareas, como por el de los factores capaces de aumentar o reducir los factores de riesgo que influyen en la medición de éste.

Factores que determinan el riesgo

Los factores de mayor importancia al determinar el riesgo son:

- los que determinan la presencia o la ausencia (o la posibilidad) de cualquier tipo de riesgo;
- los que aumentan o reducen la probabilidad de que tales riesgos se traduzcan en lesiones o accidentes,
- los que afectan a la gravedad de las lesiones asociadas con tales riesgos.

Para aclarar el primero de estos puntos es necesario establecer las causas del accidente, es decir, las fuentes de exposición y otros factores nocivos. Los otros dos puntos se refieren a los factores que influyen en la medición del riesgo.

Los factores fundamentales del entorno de trabajo que son causa directa de los daños, tanto en forma de enfermedades como de accidentes profesionales, son los siguientes:

Fuentes de exposición y trastornos profesionales

El concepto de lesiones debidas a fuentes de exposición suele vincularse al de enfermedad (o trastorno), ya que ésta puede considerarse provocada por la exposición a uno o varios agentes durante un período de tiempo breve (exposición aguda) o prolongado (crónica). Los agentes de exposición crónicos no suelen ser nocivos directamente, y sus efectos se sienten tras un período de exposición relativamente largo y constante, mientras que los perjuicios de las exposiciones agudas son casi instantáneos. Tanto su intensidad y nocividad como la duración de la acción son de gran importancia para el desarrollo de las lesiones que, a menudo, son el resultado de una combinación de varios agentes diferentes; ello hace más difícil precisar las fuentes de exposición porque, entre otras razones, casi nunca existe una correlación monocausal entre trastornos específicos y fuentes de exposición concretas.

He aquí algunas de las fuentes de exposición que pueden dar lugar a lesiones o daños con carácter de enfermedad:

- exposiciones químicas (disolventes, compuestos para limpiar o desengrasar, etc.);
- exposiciones físicas (ruido, radiación, calor, frío, iluminación inapropiada, falta de oxígeno, etc.);
- exposiciones fisiológicas (cargas pesadas, posturas forzadas o trabajo repetitivo);
- exposiciones biológicas (virus, bacterias, mohos, sangre o piel de animales, etc.);
- exposiciones psicológicas (trabajo en situación de aislamiento, amenaza de violencia, horarios de trabajo variables, exigencias del puesto de trabajo poco habituales, etc.).

Factores nocivos y accidentes de trabajo

El concepto de factor nocivo (del que se excluyen las fuentes de exposición) está relacionado con el de accidente de trabajo, puesto que es en este entorno en el que se producen los daños y los trabajadores se ven expuestos al tipo de acciones que causan lesiones instantáneas. El daño o la lesión se reconocen inmediatamente en el momento en que ocurren estas últimas lesiones, por lo que son fáciles de identificar. La dificultad inherente a este tipo de lesión reside en el contacto inesperado de la víctima con el factor nocivo.

He aquí algunos de los factores nocivos capaces de provocar lesiones en accidentes de trabajo, que suelen estar relacionados con diversas formas de energía, fuentes o actividades:

- energía vinculada a las operaciones de cortar, dividir o desbastar, normalmente relacionada con objetos cortantes, como cuchillos, sierras o herramientas de filo;
- energía vinculada a las operaciones de prensar y comprimir, por lo común aplicada con distintas máquinas de modelado, como prensas y herramientas de fijación;
- conversión de energía cinética en energía potencial: por ejemplo, cuando algo golpea o cae sobre un trabajador;
- conversión de la energía potencial de un individuo en energía cinética, como cuando un trabajador cae de un sitio elevado a otro más bajo;
- calor y frío, electricidad, sonido, luz, radiación y vibraciones;
- sustancias tóxicas y corrosivas;
- energía por la que se somete al cuerpo a un estrés excesivo, como en el traslado de cargas pesadas o la torsión del cuerpo,
- factores de estrés mental y psicológico, como la amenaza de violencia.

Control de las exposiciones

Las fuentes de exposición y otros factores nocivos se rigen en gran medida por la naturaleza de los procesos, las tecnologías, los

productos y los equipos existentes en el lugar de trabajo, pero también dependen de la organización del propio trabajo. Desde el punto de vista de los riesgos mensurables, debe tenerse en cuenta que el control de la probabilidad de las exposiciones y la gravedad de las lesiones de los trabajadores suelen depender de los tres factores siguientes:

- *Medidas de seguridad de eliminación/sustitución.* Los peligros en el lugar de trabajo en forma de fuentes de exposición u otros factores nocivos pueden *eliminarse* o mitigarse mediante *sustitución* (p. ej., un producto químico menos dañino puede reemplazar a otro más perjudicial en un determinado proceso). Debe tenerse en cuenta que esta medida no es posible en todos los casos, ya que dichas fuentes y factores siempre estarán presentes en el hábitat humano (y especialmente en el entorno de trabajo).
- *Medidas técnicas de seguridad.* Suelen denominarse *controles técnicos* y consisten en separar a las personas de los factores nocivos mediante el aislamiento de los elementos dañinos o la instalación de barreras entre los trabajadores y los factores que pueden provocar lesiones. La automatización, el control remoto, la utilización de equipos auxiliares y la protección de la maquinaria son ejemplos de este tipo de medidas.
- *Medidas de seguridad relacionadas con la organización.* Se las conoce también como *controles administrativos* y consisten en aislar a las personas de los factores dañinos, ya sea mediante la adopción de métodos de trabajo especiales o la separación en el tiempo o en el espacio. Algunos ejemplos de estas medidas son la reducción del tiempo de exposición, los programas de mantenimiento preventivo, el aislamiento de los trabajadores con equipos de protección individual y la organización eficaz del trabajo.

Control de la conducta humana

No siempre es posible el aislamiento de todos los peligros con la aplicación de las medidas de control citadas. Suele pensarse que el análisis de la prevención de accidentes acaba en este punto, ya que los trabajadores han de ser capaces de cuidar de sí mismos "si siguen las reglas". De manera que la seguridad y el riesgo pasan a depender de los factores que rigen la conducta humana, como el conocimiento, las cualificaciones, la oportunidad y la voluntad individuales de actuar de un modo que garantice la seguridad en el lugar de trabajo. A continuación se explica la función que desempeñan estos factores.

- *Conocimientos.* En primer lugar, los trabajadores deben ser conscientes de los diferentes tipos de riesgo y elementos de peligro existentes en su lugar de trabajo, lo que suele exigir educación, formación y experiencia en el puesto. Asimismo, es necesario determinar, analizar, registrar y describir los riesgos de un modo que facilite su comprensión, para conseguir que los trabajadores sepan cuándo se encuentran en una situación de riesgo específica y qué consecuencias pueden tener sus acciones.
- *La oportunidad de actuar.* En segundo lugar, es preciso que los trabajadores puedan actuar con seguridad. Es necesario que sean capaces de utilizar las oportunidades técnicas y organizativas (así como físicas y psicológicas) que se les brindan para la acción. La dirección, los supervisores y los integrantes del entorno de trabajo en general deben prestar su apoyo al programa de seguridad y ocuparse de los riesgos asumidos, el diseño y cumplimiento de los métodos de trabajo teniendo en cuenta la seguridad, la utilización segura de las herramientas apropiadas, la definición inequívoca de las tareas, la creación y el seguimiento de los procedimientos de seguridad y el suministro de instrucciones claras sobre el modo más seguro de manejar materiales y equipos.

- *La voluntad de actuar con seguridad.* En lo que se refiere a la disposición de los trabajadores para comportarse de manera que se garantice la seguridad en el lugar de trabajo, los factores técnicos y de organización son de gran importancia; pero también lo son, y no en menor medida, los factores de tipo social y cultural. Si comportarse de manera segura resulta, por ejemplo, difícil, o requiere mucho tiempo, o no está bien considerado o valorado por la dirección o los compañeros, los riesgos aumentarán. La dirección debe mostrar claramente su interés por la seguridad, adoptar las medidas pertinentes para darle prioridad y manifestar una actitud positiva respecto a la necesidad de una conducta segura.

La información sobre las causas de los accidentes cumple los objetivos siguientes:

- Muestra los errores e indica qué debe cambiar.
- Indica los tipos de factores nocivos que causan accidentes (o cuasiaccidentes), y detalla las situaciones que dan lugar a daños y lesiones.
- Identifica y describe las circunstancias subyacentes que determinan la presencia de peligros potenciales y situaciones de riesgo, cuya modificación o eliminación irán en beneficio de la seguridad.

El análisis exhaustivo de los daños, las lesiones y las circunstancias en que se han producido los accidentes facilita una información de tipo general. Los datos de otros accidentes similares pueden facilitar algunos factores importantes más generales, revelando así relaciones causales cuya determinación no es inmediata. Por otra parte, la información específica y detallada que proporciona el estudio de accidentes concretos ayuda a establecer las circunstancias precisas que deben examinarse. El estudio de una lesión concreta suele ofrecer datos que no pueden conseguirse con un análisis general; pero éste, al mismo tiempo, puede señalar factores que el estudio individual nunca mostraría. Los datos obtenidos con estos dos tipos de análisis son importantes para facilitar la determinación de relaciones causales obvias y directas en cada caso.

Análisis de accidentes específicos

Este tipo de análisis tiene dos objetivos principales:

En primer lugar, puede utilizarse para determinar las causas de un accidente y los factores del trabajo concretos que han contribuido a que se produzca. Permite evaluar hasta qué punto se ha determinado el riesgo y decidir sobre las medidas de seguridad técnicas y organizativas que se han de adoptar, así como dilucidar si una mayor experiencia en el puesto podría haber disminuido dicho riesgo. Además, proporciona una visión más clara de las acciones que habrían podido evitar el riesgo y de la motivación necesaria en los trabajadores para llevarlas a cabo.

En segundo lugar, se adquieren conocimientos que sirven para analizar accidentes semejantes en el ámbito de la empresa y en otros más generales (como el de una organización o un país). En este sentido, es importante recopilar datos sobre lo siguiente:

- identidad del lugar de trabajo y de la actividad laboral en sí (es decir, información relativa al sector o rama a los que pertenece el centro), y de los procesos y las tecnologías que caracterizan al trabajo;
- naturaleza y gravedad del accidente;
- factores causantes del accidente, como fuentes de exposición, forma en que ocurrió y situación de trabajo específica que lo desencadenó;
- condiciones generales del lugar de trabajo y de la situación de trabajo (incluidos los factores citados en el párrafo anterior).

Tipos de análisis

Existen cinco tipos fundamentales de análisis de accidentes, cada uno con un objetivo específico:

- *Análisis y determinación de los tipos de accidentes y los lugares en que se produjeron.* El objetivo es establecer la incidencia de los accidentes en relación con factores como los diferentes sectores, ramas de actividad, empresas, procesos de trabajo y tipos de tecnologías.
- *Análisis a partir del control de la incidencia de los accidentes.* Tienen por objeto alertar sobre los cambios, tanto positivos como negativos. El resultado puede ser una cuantificación de los efectos de las iniciativas preventivas; el aumento de nuevos tipos de accidentes en un área específica puede indicar la existencia de nuevos elementos de riesgo.
- *Análisis para establecer prioridades entre diferentes iniciativas que exigen un nivel elevado de medición de riesgos, lo que a su vez exige el cálculo de la frecuencia y la gravedad de los accidentes.* El objetivo es sentar las bases para fijar prioridades al decidir dónde resulta más importante adoptar medidas preventivas.
- *Análisis para determinar cómo han ocurrido los accidentes y, sobre todo, para establecer las causas tanto directas como indirectas.* Una vez recopilada esta información, se utiliza en la selección, la elaboración y la aplicación de las medidas correctivas y las iniciativas de prevención concretas.
- *Análisis para dilucidar qué áreas especiales han suscitado curiosidad por alguna razón (se trata de una forma de análisis de revisión o de control).* Son ejemplos de este tipo de estudios los análisis de la incidencia de un riesgo de lesión concreto o el descubrimiento de un riesgo no determinado hasta entonces en el curso del examen de otro riesgo previamente conocido.

Hay distintos niveles en que pueden realizarse estos tipos de análisis, desde el empresarial al nacional. La adopción de medidas preventivas exige distintos niveles. Los análisis relacionados con las tasas generales de incidencia, el control, la precaución y la determinación de prioridades se llevarán a cabo fundamentalmente a niveles superiores, mientras que los que describen las causas directas e indirectas de los accidentes se efectuarán a niveles más bajos, y los resultados serán, respectivamente, más generales o más específicos.

Fases de un análisis

Con independencia del nivel al que se inicie un análisis, éste suele constar de las fases siguientes:

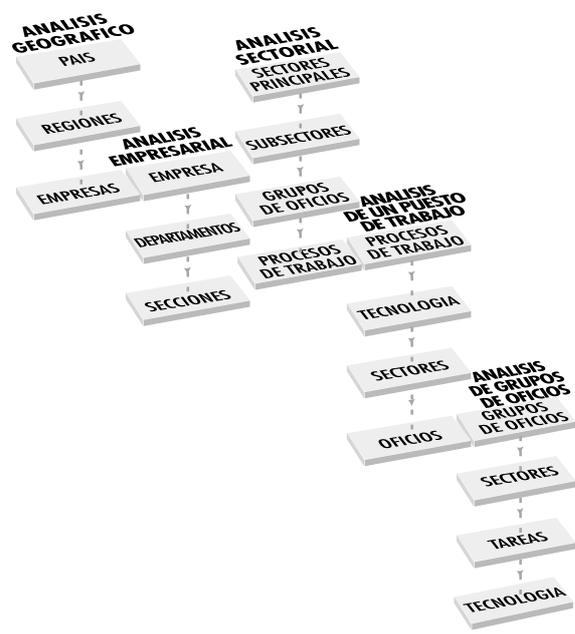
- Identificación de los lugares en los que ocurren los accidentes en el nivel general seleccionado.
- Especificación de los lugares en los que ocurren los accidentes a un nivel más detallado dentro del nivel general.
- Determinación de los objetivos en función de la incidencia (o la frecuencia) y la gravedad de los accidentes.
- Descripción de las fuentes de exposición y otros factores nocivos, es decir, de las causas directas de los daños y las lesiones.
- Estudio de las relaciones causales subyacentes y de la evolución de las causas.

En la Figura 56.1 se ofrecen ejemplos de los diferentes niveles de análisis.

Resumen

El estudio de los accidentes a nivel nacional puede mejorar los conocimientos sobre los sectores, los grupos profesionales, las tecnologías y los procesos de trabajo en los que se producen daños y lesiones. El objetivo consiste únicamente en determinar los lugares de trabajo en los que se produjeron accidentes. La medición de éstos en función de su frecuencia y gravedad permite

Figura 56.1 • Diferentes niveles de análisis de accidentes.



por una parte establecer dónde algo funciona mal y, por otra, dónde ha variado el riesgo.

El *tipo* de riesgo del lugar de trabajo se establece mediante la descripción de los diferentes accidentes y las formas en que se producen éstos en cada área del lugar de trabajo. De este modo se consigue información sobre las fuentes de exposición y otros factores nocivos presentes en el centro de trabajo, cuando las medidas preventivas (atención a las condiciones de seguridad, conciencia del riesgo, facilidad de acción y apelación a la voluntad de los trabajadores) hayan demostrado ser insuficientes para impedir los accidentes.

La identificación, la medición y la descripción de los accidentes constituyen la base sobre la que se establece qué acciones emprender y quién debe encargarse de las mismas para reducir los riesgos. Por ejemplo, la vinculación de fuentes de exposición específicas a una tecnología concreta puede facilitar la determinación de las medidas de seguridad especiales necesarias para controlar el riesgo. Asimismo, esta información puede utilizarse para influir en sus fabricantes y proveedores. Si se demuestra que los accidentes frecuentes y graves están asociados a ciertos procesos, puede intentarse ajustar las características de los equipos, la maquinaria, las operaciones y los procedimientos de trabajo vinculados a dichos procesos. Por desgracia, un rasgo habitual de tales iniciativas y ajustes es que requieren una relación exclusiva y casi inequívoca entre los accidentes y las causas, lo que no ocurre más que en contadas ocasiones.

Cualquier empresa puede llevar a cabo el análisis de los accidentes desde un nivel superior a otro más específico. Ahora bien, lo difícil es reunir una base de datos suficientemente amplia. Si se recogen datos correspondientes a las lesiones por accidente en una empresa en varios años (incluida la información sobre lesiones menores y cuasiaccidentes), podrá crearse una base de datos útil incluso a este nivel. El análisis global de la empresa mostrará si existen problemas especiales en determinadas secciones, relacionados con tareas específicas o con la utilización de tecnologías concretas. Un posterior análisis detallado permitirá determinar qué funciona mal y, a partir de ahí, evaluar las medidas preventivas.

Si se pretende influir en el comportamiento de un trabajador dentro de un sector, un grupo profesional o una empresa (o en el de una persona determinada), es necesario disponer de conocimientos sobre muchos accidentes para aumentar la sensibilización de los trabajadores. Al mismo tiempo, debe difundirse información sobre los factores que elevan la probabilidad de los accidentes, así como sobre las líneas de actuación que puedan minimizar el riesgo de daño o lesión. Una vez cumplidos estos requisitos, la seguridad se convierte en una cuestión de motivar a los responsables del comportamiento de las personas en los distintos sectores, organizaciones industriales, organizaciones sindicales, así como a las empresas y a los trabajadores.

TEORIA DE LAS CAUSAS DE LOS ACCIDENTES

Abdul Raouf

Los accidentes se definen como sucesos imprevistos que producen lesiones, muertes, pérdidas de producción y daños en bienes y propiedades. Es muy difícil prevenirlos si no se comprenden sus causas. Ha habido muchos intentos de elaborar una teoría que permita predecir éstas, pero ninguna de ellas ha contado, hasta ahora, con una aceptación unánime. Investigadores de diferentes campos de la ciencia y de la técnica han intentado desarrollar una teoría sobre las causas de los accidentes que ayude a identificar, aislar y, en última instancia, eliminar los factores que causan o contribuyen a que ocurran accidentes. En el presente artículo se ofrece un breve resumen de las diferentes teorías sobre sus causas, además de una estructura de los accidentes.

Teorías sobre la causalidad de los accidentes

La teoría del dominó

Según W. H. Heinrich (1931), quien desarrolló la denominada teoría del "efecto dominó", el 88 % de los accidentes están provocados por actos humanos peligrosos, el 10%, por condiciones peligrosas y el 2 % por hechos fortuitos. Propuso una "secuencia de cinco factores en el accidente", en la que cada uno actuaría sobre el siguiente de manera similar a como lo hacen las fichas de dominó, que van cayendo una sobre otra. He aquí la secuencia de los factores del accidente:

1. antecedentes y entorno social;
2. fallo del trabajador;
3. acto inseguro unido a un riesgo mecánico y físico;
4. accidente;
5. daño o lesión.

Heinrich propuso que, del mismo modo en que la retirada de una ficha de dominó de la fila interrumpe la secuencia de caída, la eliminación de uno de los factores evitaría el accidente y el daño resultante, siendo la ficha cuya retirada es esencial la número 3. Si bien Heinrich no ofreció dato alguno en apoyo de su teoría, ésta presenta un punto de partida útil para la discusión y una base para futuras investigaciones.

Teoría de la causalidad múltiple

Aunque procede de la teoría del dominó, la teoría de la causalidad múltiple defiende que, por cada accidente, pueden existir numerosos factores, causas y subcausas que contribuyan a su aparición, y que determinadas combinaciones de éstos provocan

accidentes. De acuerdo con esta teoría, los factores propicios pueden agruparse en las dos categorías siguientes:

De comportamiento. En esta categoría se incluyen factores relativos al trabajador, como una actitud incorrecta, la falta de conocimientos y una condición física y mental inadecuada.

Ambientales. En esta categoría se incluye la protección inapropiada de otros elementos de trabajo peligrosos y el deterioro de los equipos por el uso y la aplicación de procedimientos inseguros.

La principal aportación de esta teoría es poner de manifiesto que un accidente pocas veces, por no decir ninguna, es el resultado de una única causa o acción.

La teoría de la casualidad pura

De acuerdo con ella, todos los trabajadores de un conjunto determinado tienen la misma probabilidad de sufrir un accidente. Se deduce que no puede discernirse una única pauta de acontecimientos que lo provoquen. Según esta teoría, todos los accidentes se consideran incluidos en el grupo de hechos fortuitos de Heinrich y se mantiene la inexistencia de intervenciones para prevenirlos.

Teoría de la probabilidad sesgada

Se basa en el supuesto de que, una vez que un trabajador sufre un accidente, la probabilidad de que se vea involucrado en otros en el futuro aumenta o disminuye respecto al resto de los trabajadores. La contribución de esta teoría al desarrollo de acciones preventivas para evitar accidentes es escasa o nula.

Teoría de la propensión al accidente

De acuerdo con ella, existe un subconjunto de trabajadores en cada grupo general cuyos componentes corren un mayor riesgo

de padecerlo. Los investigadores no han podido comprobar tal afirmación de forma concluyente, ya que la mayoría de los estudios son deficientes y la mayor parte de sus resultados son contradictorios y poco convincentes. Es una teoría, en todo caso, que no goza de la aceptación general. Se cree que, aun cuando existan datos empíricos que la apoyen, probablemente no explica más que una proporción muy pequeña del total de los accidentes, sin ningún significado estadístico.

Teoría de la transferencia de energía

Sus defensores sostienen que los trabajadores sufren lesiones, o los equipos daños, como consecuencia de un cambio de energía en el que siempre existe una fuente, una trayectoria y un receptor. La utilidad de la teoría radica en determinar las causas de las lesiones y evaluar los riesgos relacionados con la energía y la metodología de control. Pueden elaborarse estrategias para la prevención, la limitación o la mejora de la transferencia de energía.

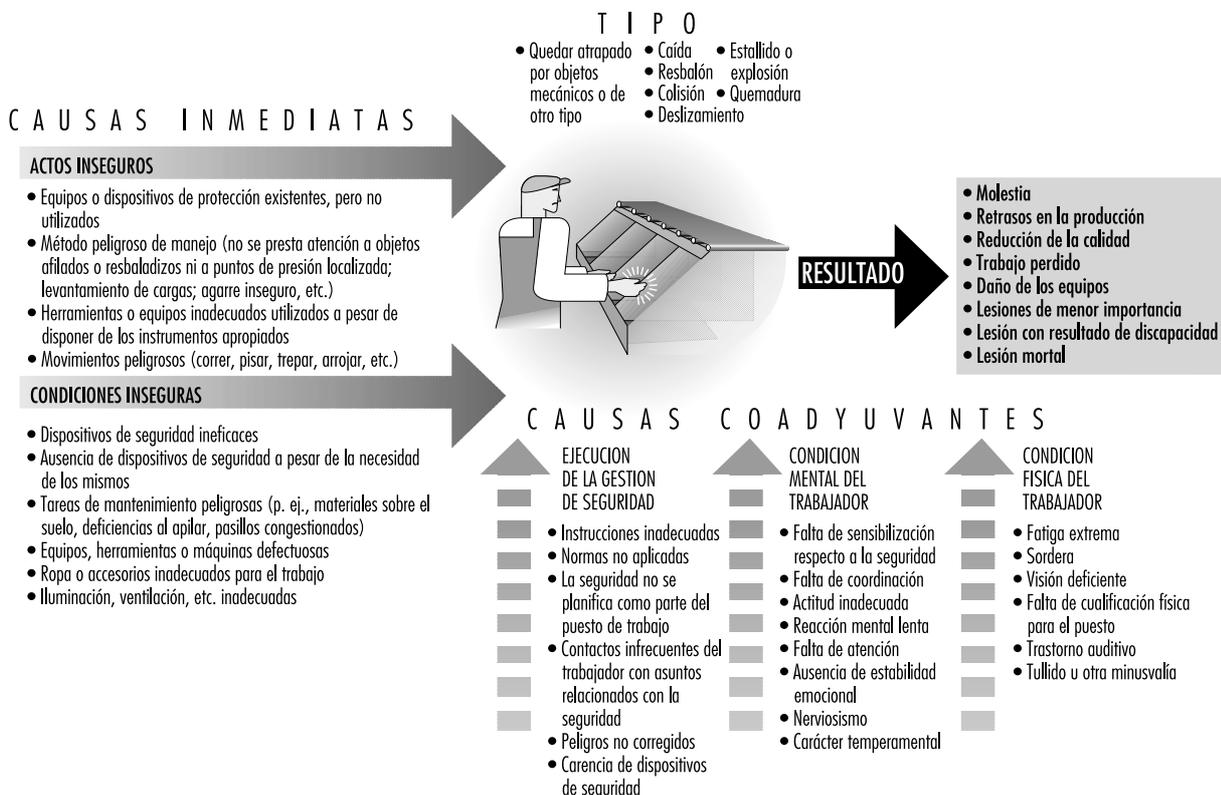
El control de energía puede lograrse de las siguientes formas:

- eliminación de la fuente;
- modificación del diseño o de la especificación de los elementos del puesto de trabajo,
- mantenimiento preventivo.

La trayectoria de la transferencia de energía puede modificarse mediante:

- aislamiento de la trayectoria;
- instalación de barreras;
- instalación de elementos de absorción,
- colocación de aislantes.

Figura 56.2 • Estructura de los accidentes.



La adopción de las medidas siguientes puede ayudar al receptor de la transferencia de energía:

- limitación de la exposición,
- utilización de equipo de protección individual.

Teoría de “los síntomas frente a las causas”

No es tanto una teoría cuanto una advertencia que debe tenerse en cuenta si se trata de comprender la causalidad de los accidentes. Cuando se investiga un accidente, se tiende a centrar la atención en sus causas inmediatas, obviando las esenciales. Las situaciones y los actos peligrosos (causas próximas) son los síntomas y no las causas fundamentales de un accidente.

Estructura de los accidentes

La creencia de que los accidentes tienen causas y pueden prevenirse nos obliga a estudiar los factores para prevenirlos. Al analizar estos factores, pueden aislarse las causas primordiales y adoptarse las medidas necesarias para impedir que se repitan. Las causas esenciales pueden clasificarse en “inmediatas” y “concurrentes”. En el primer caso se trata de actos peligrosos del trabajador y de condiciones de trabajo inseguras. En el segundo, de factores relacionados con la gestión y de las condiciones físicas y mentales del trabajador. Tienen que converger varias de estas causas para que se produzca un accidente.

En la Figura 56.2 se muestra la estructura de los accidentes y se detallan las causas inmediatas, las concurrentes, los tipos de accidentes y sus resultados. No se trata, en modo alguno, de una relación exhaustiva. Con todo, es necesario comprender la relación de “causa-efecto” de los factores inductores de accidentes para emprender una mejora continua de los procesos de seguridad.

Resumen

La causalidad de los accidentes es muy compleja y debe comprenderse de manera adecuada para mejorar su prevención. Puesto que la seguridad carece de una base teórica, no puede considerarse aún como una ciencia. Ahora bien, esta circunstancia no debe desalentarnos, ya que la mayoría de las disciplinas científicas (matemáticas, estadística, etc.) pasaron por fases de indecisión similares en un momento u otro. El estudio de las causas de los accidentes resulta muy prometedor para los interesados en la elaboración de una teoría. Por el momento, las que existen son de naturaleza conceptual y, como tales, su aplicación en la prevención y el control de accidentes es limitada. Con tanta diversidad de teorías no resulta difícil comprender que no exista una única considerada correcta y aceptada unánimemente. En cualquier caso, estas teorías son necesarias, aunque no suficientes, para establecer un marco de referencia que permita comprender la aparición de accidentes.

● FACTORES HUMANOS EN LOS MODELOS DE ACCIDENTES

Anne-Marie Feyer y Ann M. Williamson

Los factores humanos figuran entre las principales causas de accidentes en el lugar de trabajo. Las estimaciones sobre su alcance real varían enormemente, pero según los resultados de un estudio realizado a principios del decenio de 1980 sobre las causas del total de muertes por accidente de trabajo registradas en Australia en un período de tres años, los factores del comportamiento habían intervenido en más del 90 % de los accidentes mortales. A la vista de datos como éste, es importante conocer el papel que desempeñan en los accidentes los factores humanos, a los que los

modelos tradicionales han concedido siempre escasa importancia; si los tenían en cuenta, era sólo como parte del error que ocurría en la *secuencia inmediata* de acontecimientos que daba lugar al accidente. Un conocimiento más completo de cómo, por qué y cuándo intervienen tales factores en los accidentes mejorará nuestra capacidad para predecir el papel que desempeñan aquéllos y evitar éstos. Se han propuesto varios modelos para describir la intervención de los factores humanos en los accidentes.

Modelos de causalidad de los accidentes.

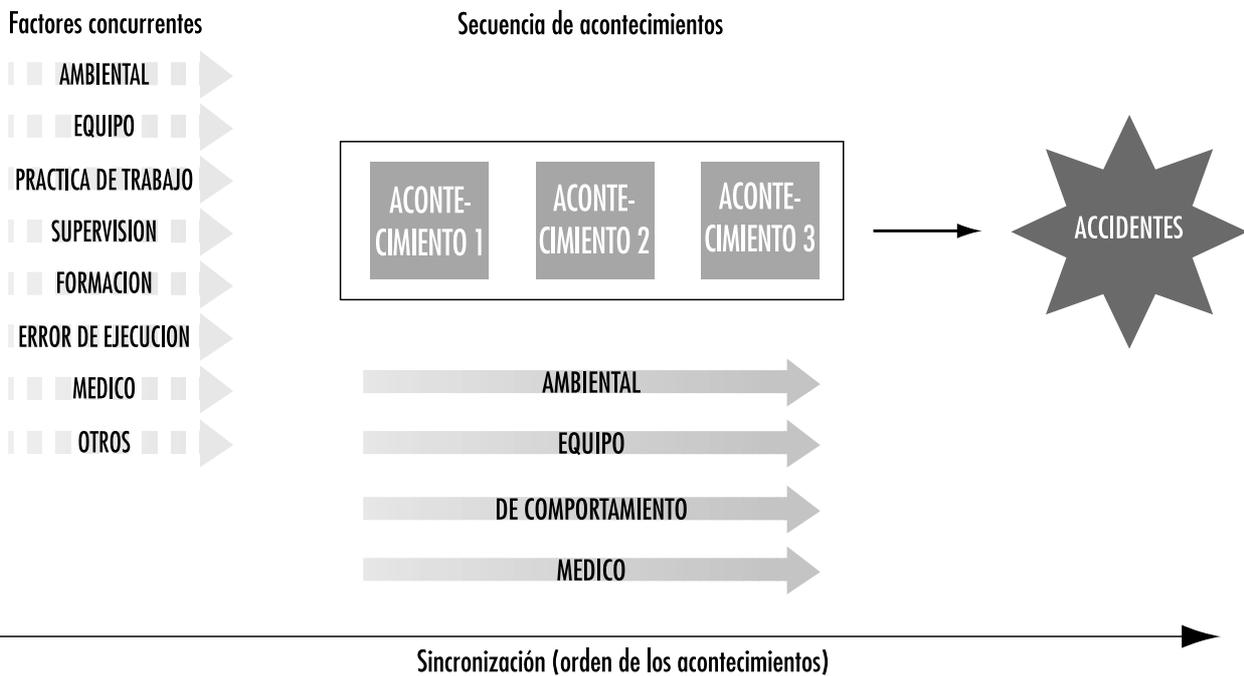
Los modelos recientes han ampliado el papel de los factores humanos más allá de los acontecimientos causales inmediatos al accidente y tienden a incorporar otros elementos en un conjunto general de circunstancias ligadas al accidente. En la Figura 56.3 se muestra con detalle este enfoque; por ejemplo, los factores humanos, como las prácticas de trabajo y la supervisión, pueden considerarse errores en la secuencia de acontecimientos que llevan de forma inmediata al accidente, por una parte, y elementos preexistentes que contribuyen a que se produzca esa secuencia, por otra. Debe entenderse que los dos componentes principales (factores concurrentes y secuencia de acontecimientos) de este modelo de los factores humanos ocurren en una misma línea temporal imaginaria, en la que el orden (primero los factores, luego la secuencia de errores) es fijo, pero la escala del tiempo en que ocurren, no. Ambos elementos son parte esencial de la causalidad de los accidentes.

La naturaleza del error

Así pues, un elemento fundamental para la prevención de los accidentes es el conocimiento de la naturaleza, la sincronización y las causas del error. Una de las características importantes y singulares del error, que lo distingue de otros factores que intervienen en un accidente, es que forma parte normal del comportamiento. El error es decisivo en el aprendizaje de nuevas destrezas y comportamientos, así como en la conservación de estos últimos. Al poner a prueba los límites de nuestra interacción con el entorno, y, en consecuencia, cometer errores, aprendemos precisamente lo que son esos límites. Es un proceso esencial no sólo para adquirir nuevas destrezas, sino también para actualizar y conservar otras ya aprendidas. El grado en el que ponemos a prueba los límites de nuestra habilidad está relacionado con el nivel de riesgo que estamos dispuestos a aceptar. Parece que el error es una característica permanente de todo comportamiento. Los estudios muestran, además, que está presente en las causas de unas dos terceras partes de los accidentes de trabajo mortales. Por tanto, es fundamental desarrollar algunas ideas sobre la forma que suelen adoptar los errores, y sobre cuándo y por qué pueden ocurrir. Aunque todavía no se comprenden bien ciertos aspectos del error humano, el nivel actual de los conocimientos permite hacer algunas predicciones sobre los tipos de error. Es de esperar que el conocimiento de éstos nos ayude a prevenirlos o, al menos, a modificar sus consecuencias adversas.

Una de las características más importantes de la naturaleza del error es que no se trata de un fenómeno unitario. Aunque en el análisis tradicional de los accidentes suele interpretarse el error como si fuera una entidad singular que no admitiera un estudio ulterior, aquél puede producirse de diversas formas. Los errores difieren unos de otros por la función de procesamiento de la información a la que afectan; por ejemplo, pueden adoptar la forma de sensaciones falsas debidas a una estimulación deficiente o atenuada de los órganos sensoriales, a fallos de atención debidos a la exigencia de una estimulación prolongada o compleja del entorno, a distintos tipos de lapsus de la memoria o a errores de juicio o de razonamiento. Todos estos tipos se diferencian por las características de la situación o de la

Figura 56.3 • Modelo de causalidad de los accidentes.



actividad en la que ocurren. Representan una interrupción de diversas funciones de procesamiento de información y, por tanto, requieren enfoques diferentes para superar cada una de ellas.

Los diferentes tipos de error pueden clasificarse también en función de comportamientos basados o no en la destreza del individuo. Suele decirse que la formación es una solución a los problemas de error humano, ya que el comportamiento basado en la destreza permite ejecutar la secuencia de acciones pertinente sin un proceso consciente y permanente de atención y reacción, y sólo exige comprobaciones conscientes intermitentes para asegurar que todo sigue su curso normal. La ventaja de este tipo de comportamiento es que, una vez que se pone en marcha, requiere poco esfuerzo del operador. Permite realizar otras actividades simultáneamente (por ejemplo, se puede conducir un automóvil y hablar al mismo tiempo) y hace posible que el operador haga planes sobre aspectos futuros de su actividad. Además, el comportamiento basado en la destreza suele ser previsible. Lamentablemente, aunque una cualificación mayor reduce la probabilidad de muchos tipos de error, aumenta la de otros. Los errores cometidos por personas diestras en una tarea son consecuencia de lapsus y distracciones o de actos involuntarios, y son diferentes a las equivocaciones que comete alguien que no esté cualificado. El error basado en la cualificación suele estar vinculado a cambios en el grado de atención del control que se ejerce sobre las tareas. Puede aparecer durante un proceso consciente de comprobación o deberse a la conclusión de pautas similares de comportamiento basado en la destreza.

Una segunda característica de los errores es que no son ni aleatorios ni novedosos. Las formas de error son limitadas. Adoptan formas similares en todos los tipos de funciones. Por ejemplo, los errores "de distracción" ocurren en tareas que impliquen el habla o la percepción, y en actividades relacionadas con el conocimiento y con la resolución de problemas. De igual forma, no parece que la localización de los errores en la secuencia de causalidad de un accidente sea aleatoria, ni en el

tiempo ni en el espacio. Una peculiaridad importante del procesamiento de información es que se expresa de la misma forma, sea cual sea la situación; lo que significa que los tipos de errores que se cometen cotidianamente en la cocina, por ejemplo, suceden de la misma forma en las actividades industriales de mayor riesgo. No obstante, las consecuencias de estos errores son muy diferentes y están determinadas por la situación en la que se presentan, más que por su propia naturaleza.

Modelos del error humano

Al establecer una clasificación del error y elaborar modelos del error humano, hay que tener en cuenta todos sus aspectos en la medida de lo posible. Sin embargo, el conjunto de categorías que se establezca debe tener una utilidad práctica. Probablemente ésta es la mayor restricción. Al desarrollar una teoría de la causalidad de los accidentes, puede hacerse muy difícil su aplicación práctica. Cuando se analizan las causas de un accidente, o se intenta predecir el papel de los factores humanos en un proceso determinado, no es posible llegar a comprender todos los aspectos del procesamiento humano de información real o potencialmente relevantes. Por ejemplo, nunca se podrá conocer el papel de la intencionalidad antes de que haya ocurrido el accidente. Incluso después, el propio hecho de que se haya producido puede modificar el modo en que las personas recuerdan los acontecimientos que lo rodearon. Las clasificaciones del error más correctas hasta ahora son las que se ocupan de la naturaleza del comportamiento manifestado en el momento en que se cometió. Así se permite que el análisis del error sea relativamente objetivo y fácil de reproducir.

Se trata de clasificaciones del error que distinguen entre los que ocurren durante la práctica de un comportamiento basado en la destreza (deslices, lapsus o actos involuntarios) y los que se producen en el desarrollo de uno no cualificado o durante la resolución de problemas (equivocaciones).

Los *deslices* o los *errores basados en la destreza* se definen como errores involuntarios que se presentan cuando el

comportamiento es de carácter automático o consiste en una rutina habitual.

Las *equivocaciones* se han clasificado, a su vez, en dos categorías:

- los *errores basados en las reglas*, que tienen lugar cuando el comportamiento requiere la aplicación de reglas,
- *errores basados en el conocimiento*, cometidos al resolver problemas cuando la persona carece de cualificación y de reglas que aplicar.

De ello se deduce que los errores basados en el conocimiento tienen lugar por falta de conocimientos de orden práctico; los errores basados en las reglas, por no aplicar esos conocimientos prácticos adecuadamente; y los errores basados en la destreza, por una interrupción en la ejecución de un programa de acciones, normalmente debida a cambios en el nivel de atención (Rasmussen 1982).

En un estudio de población sobre accidentes de trabajo mortales se aplicaron estas categorías y se comprobó que podían utilizarse de forma fiable. Los resultados del estudio mostraron que los errores basados en la destreza eran, en conjunto, los más frecuentes, y que el número de casos de los tres tipos de error se distribuía de forma diferente en la secuencia de acontecimientos. Por ejemplo, los errores basados en la destreza fueron la mayoría de las veces el acto inmediatamente anterior al accidente (79 % de las muertes). Puesto que en ese instante se dispone de poco tiempo para corregir la situación, sus consecuencias pueden ser más graves. Las equivocaciones, en cambio, parecen presentarse en fases anteriores de la secuencia del accidente.

Factores humanos en las circunstancias generales de los accidentes

La inclusión de los factores humanos, y no sólo de los errores, en el conjunto de circunstancias que rodean al accidente, representa un avance importante en la comprensión de la génesis de los accidentes. Si bien no existe duda alguna de que el error está presente en la mayoría de las secuencias de accidente, los factores humanos también intervienen en un sentido más amplio, adoptando la forma, por ejemplo, de procedimientos de trabajo normalizado y de influencias que determinan la naturaleza y la aceptación de los procedimientos de trabajo, entre los que figuran las decisiones de la dirección tomadas en las primeras fases del proceso. Es evidente que las decisiones equivocadas y los procedimientos de trabajo deficientes están relacionados con el error, ya que incorporan errores de juicio y de razonamiento. Sin embargo, los procedimientos de trabajo deficientes se caracterizan porque en ellos se ha permitido que los errores de juicio y de razonamiento se conviertan en formas normalizadas de trabajo, ya que, al no tener consecuencias inmediatas, no se manifiestan de forma inmediata. No obstante, eso no impide que se reconozca su carácter de sistemas de trabajo inseguros, con vulnerabilidades fundamentales que constituyen precisamente las circunstancias que, en algún momento y de forma involuntaria, pueden combinarse con una acción humana y provocar directamente un accidente.

La expresión *factores humanos* se refiere en este contexto a un amplio conjunto de elementos presentes en la interacción entre las personas y su entorno de trabajo. Algunos son aspectos directos y observables de las formas de funcionamiento de los sistemas de trabajo y no tienen consecuencias adversas inmediatas. El diseño, la utilización y el mantenimiento de los equipos, la provisión, la utilización y el mantenimiento de equipos de seguridad y de protección de los trabajadores, así como los procedimientos operativos normalizados propuestos por la dirección o por los trabajadores son ejemplos de este tipo de prácticas en curso.

Tales aspectos observables de los factores humanos en el funcionamiento de los sistemas constituyen en gran medida manifestaciones de la situación global de la organización, que es a su vez un elemento humano que se considera aún menos relacionado directamente con los accidentes. Al conjunto de las características de una organización se le ha denominado *cultura o clima de la organización*. Hace referencia al conjunto de objetivos y creencias de cada persona y a la repercusión que sobre éstos ejercen los objetivos y creencias de la organización. En última instancia, es probable que los valores colectivos o normativos que reflejan las características de la organización, ejerzan una influencia decisiva sobre la actitud y la motivación que llevan a adoptar un comportamiento seguro a todos los niveles. Por ejemplo, el nivel de riesgo tolerado en un lugar de trabajo está determinado por esos valores. De este modo, la cultura de una organización, claramente reflejada en su sistema de trabajo y en los procedimientos operativos normalizados que adoptan sus trabajadores, es un aspecto decisivo del papel que desempeñan los factores humanos en la causalidad de los accidentes.

La visión convencional de los accidentes como una serie de elementos que empiezan a fallar repentinamente en el momento y en el lugar en que ocurre el accidente, centra la atención en el acontecimiento mensurable y manifiesto que coincide en el tiempo con el accidente. Sin embargo, en la práctica, los errores ocurren en un contexto que propicia que el acto peligroso o el error tenga consecuencias. Para conocer las causas de un accidente originadas en las condiciones existentes en los sistemas de trabajo, es necesario tener en cuenta todas las formas diferentes en que el elemento humano puede contribuir a provocarlo. Tal vez sea ésta la consecuencia más importante de considerar con una perspectiva amplia el papel de los factores humanos en la causalidad de los accidentes. Las decisiones y las prácticas deficientes en los sistemas de trabajo, aun sin tener una repercusión inmediata, propician la aparición de las condiciones que dan lugar a un error del operario (o a que el error tenga consecuencias) en el momento del accidente.

Las cuestiones relacionadas con la organización han sido siempre el aspecto más descuidado del diseño de los análisis de accidentes y de la recopilación de datos. Como su relación en el tiempo es lejana con respecto a la aparición del accidente, el vínculo causal entre éste y los factores organizativos no suele ser obvio. En algunas teorías recientes se han estructurado específicamente los sistemas de análisis y de recopilación de datos para incorporar al estudio de los accidentes el elemento organizativo. Según Feyer y Williamson (1991), que utilizaron uno de los primeros sistemas destinados específicamente a considerar los factores organizativos relacionados con los accidentes, en una parte importante del total de casos de muerte en el trabajo registrados en Australia (42,0 %) existían prácticas de trabajo inseguras y continuas entre los factores causales. A partir de un marco teórico parecido, en el que se reconocía la incidencia organizativa en los accidentes, Wagenaar, Hudson y Reason (1990) señalaron que los factores relacionados con la organización y la gestión constituyen fallos latentes de los sistemas de trabajo, semejantes a los patógenos residentes en los sistemas biológicos. Los defectos organizativos interactúan con los acontecimientos y las circunstancias que desencadenan la secuencia que rodea a un accidente, de una forma muy parecida a los patógenos residentes en el cuerpo, que se combinan con agentes desencadenantes como los factores tóxicos para provocar una enfermedad.

La idea central de este marco teórico es que las deficiencias de organización y de gestión están presentes mucho antes de que se ponga en marcha la secuencia del accidente; es decir, son factores de acción latente o retardada. Por tanto, para comprender cómo se producen accidentes, cómo contribuyen las

personas a que sucedan y por qué actúan como lo hacen, es necesario asegurarse de que los análisis no se limiten a las circunstancias que de forma más directa e inmediata ocasionan un daño.

El papel de los factores humanos en los accidentes y su prevención

Al reconocer el posible significado etiológico de las circunstancias generales que rodean al accidente, el modelo óptimo para describir su causalidad debe tener en cuenta la sincronización relativa de los elementos y el modo en que se relacionan entre sí. En primer lugar, los factores causales varían en importancia, tanto intrínseca como temporal. Además, estas dos dimensiones pueden variar por separado; es decir, las causas pueden ser importantes porque están muy próximas en el tiempo al accidente y, por tanto, revelan algo sobre el momento en que se produjo, o por su carácter fundamental y subyacente al accidente, o por ambas razones. Al examinar la importancia causal y temporal de los factores que intervienen en las circunstancias generales y concretas de un accidente, el análisis se ocupa de explicar por qué ocurrió, y no se limita a describir cómo ocurrió.

En segundo lugar, el acuerdo suele ser general respecto a que los accidentes se deben a múltiples causas. Los componentes humanos, técnicos y ambientales del sistema de trabajo pueden interactuar de forma decisiva. Tradicionalmente, los métodos de análisis de los accidentes han sido limitados en lo referente a la variedad de categorías definidas. Restricción que, a su vez, limita la naturaleza de la información que se obtiene y, por tanto, reduce el número de opciones viables para la acción preventiva. Cuando se tienen en cuenta las circunstancias generales de un accidente, el modelo debe considerar un conjunto mucho más amplio de factores. Es probable que los factores humanos interactúen entre sí y con otros factores no humanos. Las pautas de incidencia, incidencia conjunta e interrelación entre los diferentes elementos del amplio conjunto que integra la red causal constituye la descripción más completa y, por tanto, más informativa de la génesis de un accidente.

En tercer lugar, ambos elementos, la naturaleza del acontecimiento y la de su contribución al accidente, interactúan. Aunque siempre están presentes muchas causas, no todas desempeñan funciones equivalentes. El elemento esencial para comprender por qué ocurren los accidentes y cómo puede evitarse su repetición es el conocimiento preciso de la función de los distintos factores. Por ejemplo, las causas ambientales inmediatas de los accidentes pueden producir sus efectos debido a la existencia de factores anteriores relacionados con el comportamiento, que adoptan la forma de procedimientos normalizados de trabajo. De igual modo, hay aspectos preexistentes de los sistemas de trabajo que pueden constituir el contexto en el que los errores rutinarios en la práctica de un comportamiento basado en la destreza desencadenan un accidente de consecuencias adversas. Normalmente, estos errores suelen ser inocuos. Para que la prevención sea eficaz debe dirigirse a las causas latentes subyacentes, y no a los factores desencadenantes inmediatos. Sólo es posible este grado de comprensión de la red causal y de su influencia en los resultados si se consideran todos los tipos de factores, si se estudia su sincronización relativa y si se determina su importancia relativa.

A pesar de la variedad casi infinita de formas en que la acción humana puede contribuir directamente a que se produzca un accidente, la mayor parte de sus causas se ajustan a unas cuantas pautas causales. En concreto, el conjunto de condiciones latentes subyacentes que constituyen el marco en el que los factores humanos y de otro tipo ejercerán posteriormente su efecto, se ciñen básicamente a un número reducido de aspectos del sistema de trabajo. De acuerdo con Feyer y Williamson (1991),

sólo cuatro pautas de factores constituyeron la causa de unos dos tercios del total de muertes por accidente de trabajo registradas en Australia en un período de tres años. No puede sorprender que, en casi todos los casos, los factores humanos intervinieron de una forma u otra.

Resumen

La participación humana como causa de los accidentes varía en cuanto a naturaleza, sincronización e importancia (Williamson y Feyer 1990). En la mayoría de los casos, son los factores humanos que forman un conjunto limitado de sistemas de trabajo deficientes y preexistentes los que generan las causas fundamentales subyacentes de los accidentes mortales. Posteriormente, estas causas se combinan con lapsus en la práctica de un comportamiento basado en la destreza o con condiciones ambientales peligrosas, y dan lugar al accidente. En tales pautas se observa la función estratificada que caracteriza la participación de los factores humanos en la génesis de los accidentes. Con todo, no basta con definir las diferentes formas en que participa el elemento humano para formular estrategias preventivas, sino que es preciso determinar dónde y cómo puede intervenir con mayor eficacia. La consecución de este objetivo sólo es posible si el modelo utilizado describe con precisión y exhaustividad la compleja red de factores interrelacionados que intervienen en la causalidad de los accidentes, teniendo en cuenta la naturaleza de estos factores y su sincronización e importancia relativas.

MODELOS DE ACCIDENTES: HOMEOSTASIS DEL RIESGO

Gerald J. S. Wilde

Dadme una escalera el doble de estable y subiré el doble de alto. Pero si me dais una causa para ser prudente, me mostraré el doble de reticente. Consideremos el supuesto siguiente: se inventa un cigarrillo cuya incidencia en las muertes relacionadas con el consumo de tabaco equivale al 50 % de la de los cigarrillos actuales, aunque, por lo demás, no se diferencia del resto. ¿Esta invención constituye un avance? Cuando se sustituyan los antiguos cigarrillos por los nuevos, dado que no se modifica el deseo de las personas de mantenerse sanos (y éste es el único factor que inhibe el consumo de tabaco), los fumadores reaccionarán consumiendo el doble. Así, aunque la tasa de muerte por cigarrillo fumado se reduce en un 50 %, el riesgo de morir por tabaquismo sigue siendo el mismo por fumador. Y no es el único efecto: al disponer de cigarrillos "más seguros" la cifra de personas que dejan de fumar será menor que la actual e incitará a un mayor número de no fumadores a ceder a la tentación del tabaco. Como consecuencia, la tasa de muertes relacionadas con el tabaquismo en la población aumenta. No obstante, puesto que las personas no están dispuestas a correr más riesgos con su salud y su vida que los que consideren adecuados a cambio de la satisfacción de sus deseos, reducirán otros hábitos inseguros o insanos menos atractivos. Al final, el porcentaje de muertes debidas al estilo de vida se mantiene esencialmente inalterado.

El supuesto anterior ilustra las siguientes premisas básicas de la teoría de la homeostasis del riesgo (THR) (Wilde 1988; 1994):

La primera es la idea de que las personas se fijan un *nivel de riesgo asumido*, es decir, aquél que aceptan, toleran, prefieren, desean o eligen. Es un nivel que depende de las ventajas e inconvenientes percibidos respecto a las alternativas de comportamiento seguras e inseguras, y determina el grado de riesgo para la salud y la seguridad al que se exponen.

La segunda premisa se basa en que la frecuencia real de las muertes, las enfermedades y las lesiones que dependen del estilo de vida se mantiene en el tiempo mediante un proceso de control autorregulador de ciclo cerrado. De este modo, las fluctuaciones en el grado de precaución aplicado por las personas a su comportamiento determina las subidas y las bajadas en el deterioro de su salud y su seguridad, y viceversa.

Además, los altibajos en el grado de deterioro real ocasionado por el estilo de vida determinan a su vez las fluctuaciones en el grado de precaución con que las personas se comportan.

Por último, de acuerdo con la tercera premisa, el nivel de deterioro de la vida y la salud provocado por el comportamiento humano, puede atenuarse mediante intervenciones eficaces en la reducción del nivel de riesgo que las personas están dispuestas a correr; es decir, *no* a través de medidas del tipo del "cigarrillo seguro" u otras propuestas de "solución tecnológica" al problema, sino mediante la aplicación de programas que aumenten el deseo de la población de estar vivos y sanos.

La teoría de la homeostasis del riesgo y la causalidad y la prevención de accidentes

Entre las numerosas contribuciones psicológicas a la bibliografía sobre accidentes y enfermedades laborales, accidentes de tráfico y trastornos de salud dependientes del estilo de vida, sólo unas pocas se ocupan de los factores de *motivación* y su influencia en las causas y la prevención de estos problemas. En la mayoría de las publicaciones se abordan variables como los rasgos permanentes o semipermanentes (p. ej., sexo, personalidad o experiencia), los estados transitorios (fatiga, nivel de alcohol en sangre), la sobrecarga o la insuficiencia de información (estrés o aburrimiento), la formación y las cualificaciones, los factores medioambientales y la ergonomía de los puestos de trabajo. No obstante, puede argüirse que todas las variables que no sean las de motivación (es decir, aquéllas que afectan al nivel de riesgo asumido) sólo influyen marginalmente en la frecuencia de los accidentes por hora de actividad y trabajador. En cualquier caso, algunas pueden tener un efecto positivo en la tasa de accidentes por unidad de productividad o por distancia unitaria de movilidad.

Aplicada, por ejemplo, al tráfico rodado, la THR establece que la tasa de accidentes de tráfico por unidad temporal de exposición de cada usuario es el resultado de un proceso de control de ciclo cerrado en el que el nivel de riesgo asumido funciona como la única variable de control. Así, a diferencia de las fluctuaciones temporales, el riesgo de accidente medio en un intervalo de tiempo se considera *independiente* de factores como las características físicas del vehículo, la situación de la carretera y la destreza del conductor. Por el contrario, depende en última instancia del nivel de riesgo de accidente aceptado por la población usuaria del transporte por carretera a cambio de las ventajas percibidas y recibidas de la movilidad general en vehículos de motor (como la acumulación de horas de conducción) y de los actos peligrosos específicos asociados con dicha movilidad en particular (como la conducción por encima de la velocidad media).

Por tanto, se argumenta que los conductores de vehículos, dotados de sus capacidades sensoriales, perciben en todo momento un cierto nivel de riesgo de accidente y lo comparan con el grado de riesgo que están dispuestos a aceptar, determinado este último por el patrón de compensación entre los costes y beneficios previstos asociados a las alternativas de acción disponibles. Así, el nivel de riesgo asumido es aquél al que se considera máxima la utilidad global del modo y de la medida de la movilidad. Los costes y los beneficios previstos son una función de las variables económicas, culturales y personales y sus fluctuaciones a largo plazo, a corto plazo y momentáneas. Tales

variables controlan el nivel de riesgo asumido en cada momento específico.

Siempre que los usuarios del transporte por carretera perciban una discrepancia entre el riesgo asumido y el riesgo experimentado de una manera u otra, tratarán de restablecer el equilibrio mediante algún ajuste del comportamiento. Para lograrlo dependerán de su capacidad para la toma de decisiones y de sus destrezas psicomotoras. Con todo, las acciones emprendidas conllevan una cierta probabilidad de riesgo de accidente. El total de todas las acciones en una jurisdicción y en un tiempo determinado (p. ej., 1 año) produce la frecuencia y la gravedad de los accidentes de tráfico en la misma. Se supone que la tasa de accidentes resultante influye a su vez (mediante retroinformación) en el nivel de riesgo de accidente percibido por los supervivientes y, por tanto, en sus acciones y en los accidentes posteriores, y así sucesivamente. Por consiguiente, mientras el nivel de riesgo asumido se mantenga inalterado, la tasa de accidentes y la precaución en el comportamiento tienen una relación causal circular.

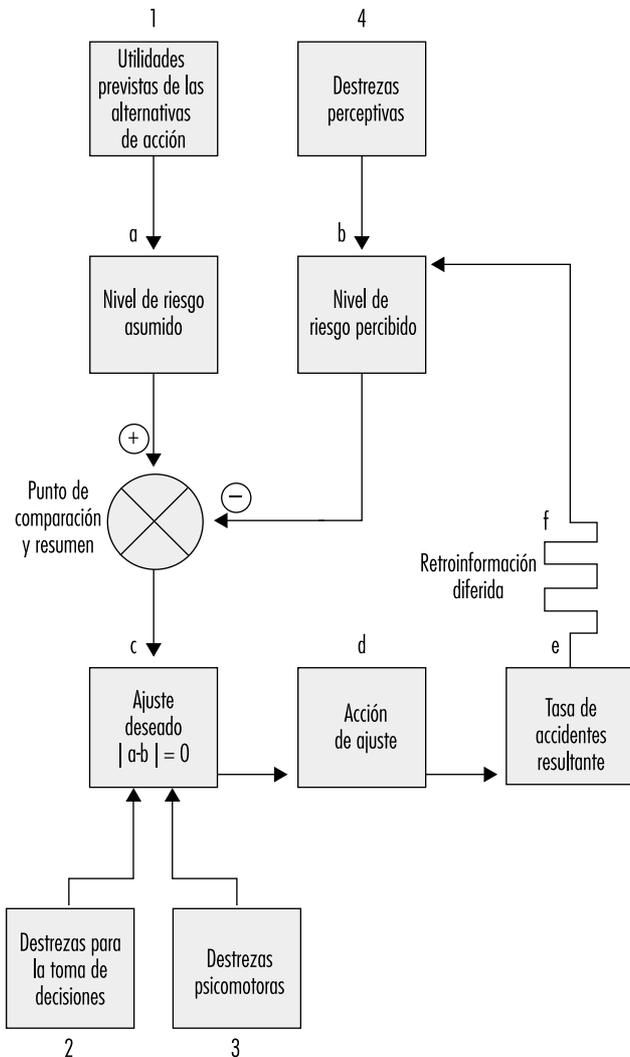
El proceso de homeostasis del riesgo

Este proceso homeostático, en el que la tasa de accidentes es a la vez causa y consecuencia de los cambios en el comportamiento del operario, se ilustra en el modelo de la Figura 56.4. El carácter autocorrector del mecanismo homeostático puede comprobarse en el ciclo cerrado que pasa por los recuadros *e*, *b*, *c*, *d*, y nuevamente *e*. Puede que las personas tarden algún tiempo en ser conscientes de un cambio en la tasa de accidentes (la retroinformación puede retrasarse, lo que se representa mediante *f*). Téngase en cuenta que el recuadro *a* se sitúa fuera del ciclo cerrado, lo que significa que las intervenciones que reducen el nivel de riesgo asumido pueden provocar una disminución duradera de la tasa de accidentes (recuadro *a*).

El proceso anterior puede explicarse con mayor amplitud y claridad mediante la utilización de otro ejemplo de regulación homeostática: el control termostático de la temperatura en una casa. La temperatura fijada (comparable al recuadro *a*) en el termostato se compara en cualquier momento con la temperatura real (recuadro *b*). Siempre que se registre una diferencia entre las dos, es necesario realizar un ajuste (recuadro *c*), que pone en marcha una acción correctiva (es decir, el suministro de aire caliente o frío, recuadro *d*). Como resultado, el aire distribuido en la casa se enfría (a través del aire acondicionado) o se calienta (a través de la calefacción, recuadro *e*), a discreción. Transcurrido un tiempo (simbolizado por *f*) el aire a la nueva temperatura alcanza el nivel fijado en el termostato y da lugar a una nueva lectura, que vuelve a compararse con la temperatura fijada (recuadro *a*), etc.

La temperatura de la casa registrará grandes fluctuaciones si el termómetro no es muy sensible. Lo mismo ocurrirá cuando la acción correctiva tarda en adoptarse, ya sea por la inercia del mecanismo de puesta en marcha o por una capacidad limitada del sistema de calefacción y refrigeración. No obstante, debe tenerse en cuenta que estas deficiencias no alterarán la temperatura *media en el tiempo* de la casa. Nótese asimismo que la temperatura deseada (análoga al recuadro *a* en la Figura 56.4 es el único factor ajeno al ciclo cerrado. El reajuste del termostato a otra temperatura dará lugar a cambios duraderos en la temperatura media en el tiempo. Al igual que una persona elige un nivel de riesgo asumido en función de los beneficios y los costes percibidos que ofrecen las alternativas de comportamiento seguras y peligrosas, la temperatura se selecciona según la pauta de costes y beneficios previstos por mantener temperaturas superiores o inferiores (p. ej., gastos de energía y bienestar físico). Para que haya una discrepancia *duradera* entre el riesgo asumido y el riesgo real ha de producirse un error continuo por exceso o por defecto

Figura 56.4 • Modelo homeostático en el que se relacionan los cambios en las pérdidas por accidente con los cambios en el comportamiento de los operarios y viceversa; el nivel de riesgo asumido es la variable de control.



Fuente: Adaptado de Wilde 1982.

en la estimación del riesgo, del mismo modo que un termómetro que ofrece constantemente lecturas de temperatura excesivamente altas o bajas provocará que la temperatura real se desvíe sistemáticamente de la fijada como objetivo.

Datos que respaldan el modelo

Del modelo anterior se deduce que a la adopción de medidas para la prevención de accidentes que no alteren el nivel de riesgo asumido le sigue la estimación por parte de los usuarios del transporte por carretera de su *efecto intrínseco* sobre la seguridad, es decir, del cambio en la tasa de accidentes que se producirá si el comportamiento del usuario no se modifica en respuesta a la nueva medida de prevención. La estimación formará parte de la comparación entre el nivel de riesgo percibido y aceptado y, por

tanto, influirá en el comportamiento de ajuste posterior. Si las estimaciones iniciales son, como media, incorrectas, se registrará una perturbación en la tasa de accidentes, pero sólo temporalmente, debido al efecto corrector relacionado con el proceso de retroinformación.

Este fenómeno se ha analizado en un informe de la OCDE. Puede que la mejora del nivel de cualificación y el aumento de las oportunidades para perfeccionar la seguridad no se utilicen para favorecer ésta, sino para mejorar el rendimiento: "Las adaptaciones del comportamiento de los usuarios de las carreteras que pueden producirse tras la adopción de medidas de seguridad en el sistema de transporte son de especial interés para las autoridades de tráfico, los órganos reguladores y los fabricantes de vehículos de motor, sobre todo en los casos en que dichas adaptaciones puedan reducir la ventaja prevista en materia de seguridad" (OCDE 1990). En este informe se mencionan numerosos ejemplos, entre los que figuran los siguientes:

En Alemania, el número de accidentes sufridos por taxis equipados con sistemas de frenado antibloqueo no fue menor que el de los que carecen de este mecanismo, y se redujeron las precauciones adoptadas por sus conductores. Se ha observado que la ampliación de la anchura de la calzada en las autopistas de dos carriles de Nueva Gales del Sur, Australia, va asociada a un aumento de la velocidad de conducción, en una proporción de 3,2 km/h por cada 30 cm de anchura adicional en el caso de los turismos, y de unos 2 km/h en el de los camiones. En un estudio realizado en Estados Unidos acerca de los efectos de la reducción de la anchura de los carriles, se observó que los conductores habituados a la carretera en cuestión redujeron su velocidad en 4,6 km/h, y los no habituados, en 6,7 km/h. En Ontario, las velocidades se redujeron en unos 1,7 km/h por cada 30 cm de reducción en la anchura de la calzada. En las carreteras de Texas con arcenes pavimentados se conducía a velocidades al menos un 10 % superiores a las registradas en las carreteras sin tal prestación. En general, se ha comprobado que los conductores alcanzan velocidades más altas al desplazarse por la noche por carreteras con líneas de señalización claramente marcadas.

En un estudio reciente elaborado en Finlandia se analizó el efecto de la instalación de postes reflectores en las autopistas con un límite de velocidad de 80 km/h. Se colocaron las señales en 548 km de carretera seleccionados aleatoriamente y se compararon los resultados con los obtenidos en otros 586 km sin postes. La instalación de estos dispositivos aumentó la velocidad por la noche. No se registró indicio alguno de que esta medida redujera la tasa de accidente por km en estas carreteras; en todo caso, sucedió lo contrario (Kallberg 1992).

Pueden mencionarse otros muchos ejemplos. No se ha observado que la legislación relativa al uso de cinturón de seguridad haya reducido las tasas de muerte por accidente de tráfico (Adams 1985). Los conductores que habitualmente no utilizaban este dispositivo y que fueron obligados a emplearlo aumentaron su velocidad y redujeron la distancia de seguridad entre vehículos (Janssen 1994). Después del cambio de la conducción por la izquierda a la realizada por la derecha en Suecia e Islandia, se registraron inicialmente reducciones importantes en el número de accidentes graves, pero sus tasas volvieron a la tendencia anterior al cambio cuando los conductores comprobaron que las carreteras no se habían vuelto tan peligrosas como pensaron al principio (Wilde 1982). Se han producido grandes reducciones de la tasa de accidente por km conducido en el transcurso del presente siglo, pero la estimada por persona no ha mostrado una tendencia a la baja (si se tienen en cuenta los períodos de desempleo elevado, en los que el nivel de riesgo de accidente asumido se reduce; Wilde 1991).

Motivación para la prevención de accidentes

Es interesante que la mayoría de los datos relativos a los fenómenos que postula la THR procedan del área del tráfico rodado, mientras que las perspectivas que esta teoría mantiene en materia de prevención de accidentes se han confirmado en gran medida en los centros de trabajo. En principio, hay cuatro formas en las que puede motivarse a los trabajadores y los conductores para reducir su nivel de riesgo asumido:

- Reducir los *beneficios* previstos de las alternativas de comportamiento peligrosas.
- Aumentar los *costes* previstos de las alternativas de comportamiento peligrosas.
- Aumentar los *beneficios* previstos de las alternativas de comportamiento seguras.
- Reducir los *costes* previstos de las alternativas de comportamiento seguras.

Aunque se ha comprobado que algunos de estos planteamientos son más eficaces que otros, la idea de que la seguridad puede mejorarse influyendo en la motivación es muy antigua, como demuestra la existencia universal de una legislación sancionadora.

Sanción

Aunque la aplicación de legislación sancionadora es uno de los intentos tradicionales de la sociedad de motivar a las personas en materia de seguridad, los datos relativos a su eficacia son inciertos. Existen otros problemas al respecto, en algunos casos descritos en el contexto de la psicología organizativa (Arnold 1989).

En primer lugar, cabe destacar el efecto "profético" de la atribución: si se atribuyen características indeseables a las personas, éstas pueden comportarse como si realmente las tuvieran. No hay más que tratar a las personas como si fueran irresponsables y algunos acabarán comportándose como tales.

En segundo lugar, suele prestarse una atención especial a los controles de los procesos; es decir, a comportamientos específicos, como la utilización de un dispositivo de seguridad o el respeto de un límite de velocidad, en lugar de ocuparse del resultado final, que es la seguridad. El diseño y la aplicación de tales controles resultan engorrosos, y nunca pueden abarcar totalmente el conjunto de comportamientos específicos indeseables de todas las personas en cualquier momento.

En tercer lugar, la sanción tiene efectos secundarios negativos. Genera un clima organizativo disfuncional, marcado por el resentimiento, la falta de cooperación, el antagonismo e, incluso, el sabotaje. Como resultado, es posible que el mismo comportamiento que se trataba de prevenir se fomente en la práctica.

Incentivación

A diferencia de la sanción, los programas de incentivos producen el resultado para el que fueron concebidos, así como el efecto secundario positivo de crear un clima social favorable (Steers y Porter 1991). La eficacia de los programas de incentivos y reconocimiento para perfeccionar la seguridad se ha establecido inequívocamente. En un estudio reciente de más de 120 evaluaciones publicadas de distintos tipos de prevención de accidentes de trabajo, se comprobó que los incentivos y el reconocimiento, en general, eran más eficaces en materia de seguridad que las mejoras técnicas, la selección de personal y otras formas de intervención, como la acción disciplinaria, la concesión de permisos especiales y los programas de ejercicios y reducción del estrés (Guastello 1991).

Adaptación del comportamiento

De acuerdo con la teoría de la homeostasis del riesgo, la tasa de accidente por persona y hora de ejecución de tareas y la tasa anual de accidentes por persona no dependen fundamentalmente de la *capacidad* ni de la *oportunidad* del individuo para estar seguro, sino de su *deseo* de estarlo. Por tanto, aunque la educación y la técnica puedan proporcionar la capacidad o la oportunidad para favorecer la seguridad, como medidas de prevención no reducirán la tasa de accidentes por hora, ya que no limitan el nivel de riesgo que las personas están dispuestas a asumir. En consecuencia, la respuesta a estas intervenciones adoptará normalmente la forma de un determinado ajuste del comportamiento en el que una posible ventaja en materia de seguridad queda compensada en la práctica por un aumento de la productividad, una mayor movilidad o una elevación de la velocidad en los desplazamientos.

Puede interpretarse como la consecuencia de un proceso de control homeostático en el que el grado de precaución en el comportamiento determina la tasa de accidente y viceversa. En este proceso de ciclo cerrado, el *nivel de riesgo asumido* es la única variable independiente que explica en última instancia la tasa de accidentes. El nivel depende de la percepción que tenga la persona de las ventajas y los inconvenientes de varias alternativas de acción. Afirmar que la seguridad constituye una recompensa en sí misma equivale a ignorar el hecho de que las personas asumen riesgos conscientemente respecto a diversas contingencias susceptibles de modificación.

Por tanto, de todas las medidas de prevención de accidentes que pueden aplicarse en la actualidad, las que aumentan la motivación del individuo respecto a la seguridad parecen ser las más prometedoras, y las que le recompensan por actuar sin provocar accidentes, las más eficaces. De acuerdo con la revisión bibliográfica de McAfee y Winn: "El principal resultado fue que, en todos los estudios, sin excepción, se observó que los incentivos y la retroinformación mejoran la seguridad y reducen los accidentes en el lugar de trabajo, al menos a corto plazo. En pocas revisiones bibliográficas se registran resultados tan coherentes" (1989).

Resumen

De todos los posibles sistemas que recompensan a las personas por una actuación que no provoque accidentes, unos prometen mejores resultados que otros porque incluyen elementos que parecen aumentar la motivación respecto a la seguridad. Los ejemplos de las pruebas empíricas relativas al proceso de homeostasis del riesgo se han seleccionado de una gran base de datos (Wilde 1994), mientras que los ingredientes de un programa de incentivos eficaz se han analizado con mayor detenimiento en el Capítulo 60. Se ha aludido a que la deficiencia en la presentación de partes de accidentes es el único efecto secundario negativo de los planes de incentivos. No obstante, este fenómeno se limita a los accidentes de menor importancia. Es posible ocultar la rotura de un dedo; pero ocultar un cadáver resulta más difícil.

MODELOS DE ACCIDENTES

Andrew R. Hale

Los seres humanos desempeñan papeles importantes en la mayoría de los procesos que dan lugar a accidentes y en la mayor parte de las medidas encaminadas a su prevención. Por tanto, es esencial que estos modelos del proceso de generación de accidentes ofrezcan una orientación inequívoca acerca de los vínculos entre éstos y las acciones humanas. Sólo así será posible llevar a

cabo estudios sistemáticos de los accidentes con el fin de entender tales vínculos y realizar predicciones sobre el efecto de los cambios en el diseño y la disposición de los lugares de trabajo, en la formación, en la selección y la motivación de trabajadores y directivos, así como en la organización del trabajo de los sistemas de seguridad.

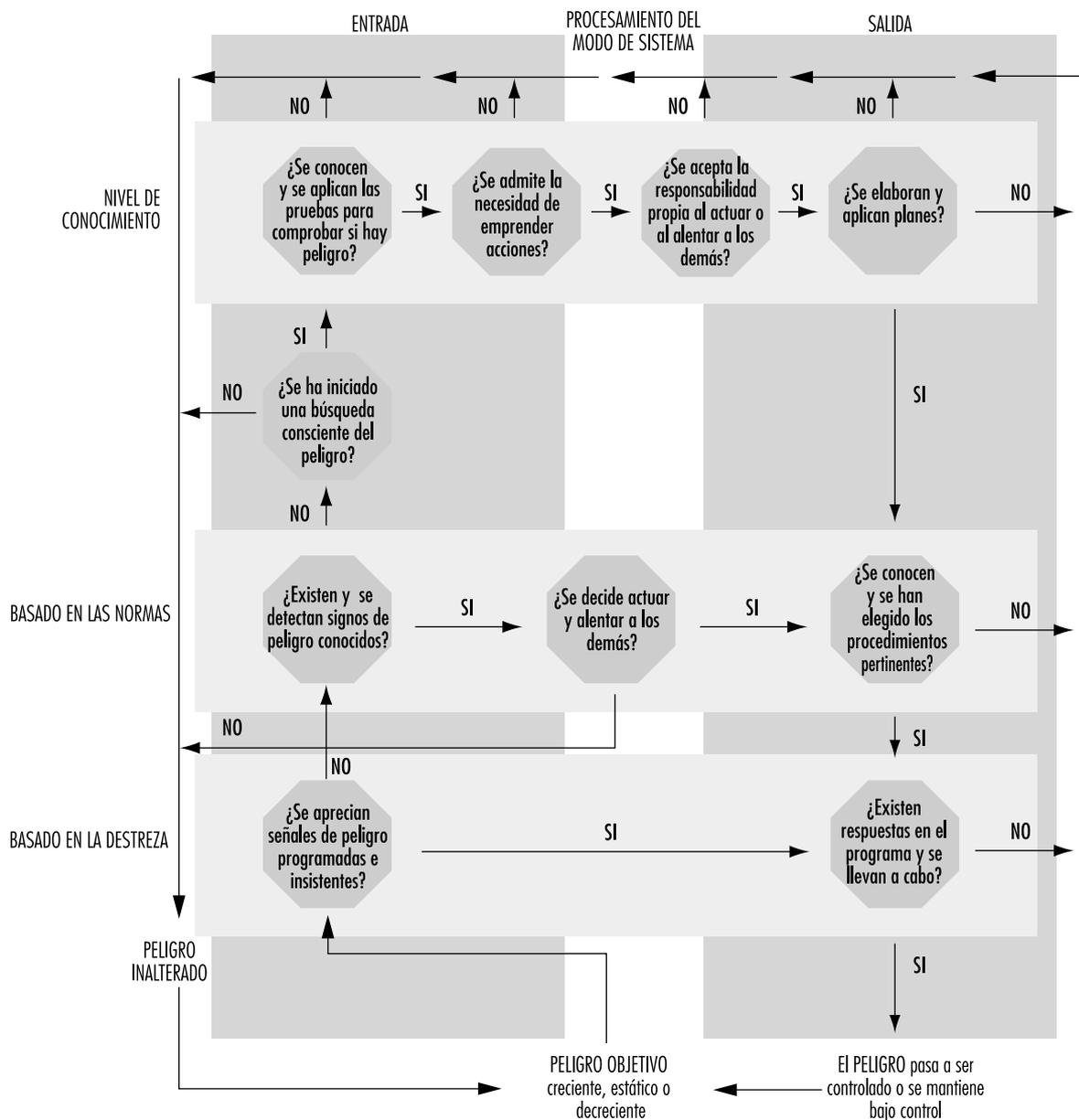
Primeros modelos

Hasta el decenio de 1960 los modelos creados sobre la participación de los factores humanos y organizativos en los accidentes habían sido bastante sencillos. La diferenciación de los elementos humanos relacionados con los accidentes se limitaba al establecimiento de subdivisiones generales, como las relativas a destrezas,

factores referentes a la personalidad, factores de motivación y fatiga. Los accidentes se consideraban problemas indiferenciados para los que se buscaban soluciones de la misma naturaleza (como hace dos siglos los médicos trataban de curar numerosas enfermedades indiferenciadas mediante el sangrado del paciente).

Las revisiones de la bibliografía sobre investigación de accidentes publicadas por Surry (1969) y Hale y Hale (1972) son algunos de los primeros intentos de ahondar en este campo y ofrecer una base para la clasificación de accidentes en tipos que reflejen etiologías diferenciadas, vinculados a su vez a fracasos en los diversos aspectos de las relaciones entre el hombre, la tecnología y el entorno. En ambas revisiones, los autores se inspiraron en los conceptos acumulados de la psicología

Figura 56.5 • Resolución de problemas específicos al enfrentarse al peligro.



Fuente: Adaptado de Hale y Glendon 1987.

cognitiva para desarrollar modelos en los que se presenta a las personas como procesadores de información que responden a su entorno y a los riesgos de éste intentando percibir y controlar los riesgos existentes. En tales modelos, los accidentes se consideraban fallos de las distintas partes de este proceso de control, que se producen cuando una o varias de sus fases no se completan satisfactoriamente. Asimismo, dejó de inculparse a las personas por los fallos o los errores y se prestó mayor atención al desequilibrio entre el comportamiento que exigen la tarea o el sistema y las posibilidades inherentes al modo en que se genera y se organiza el comportamiento.

Comportamiento humano

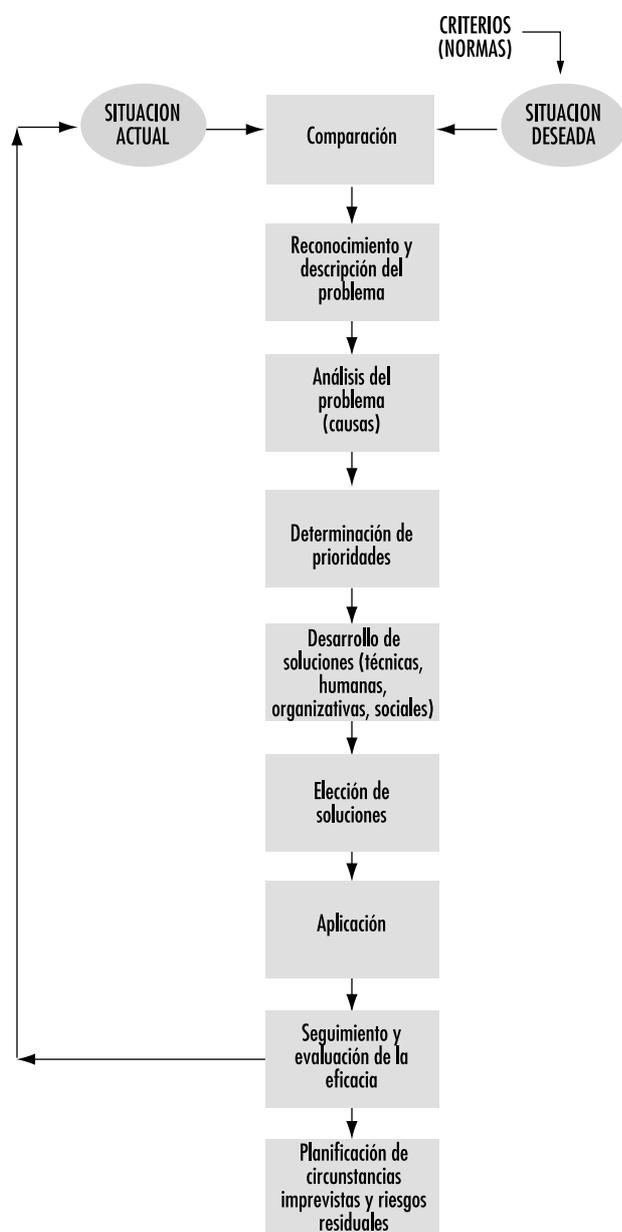
Hale y Glendon (1987) profundizaron posteriormente en esos modelos, vinculándolos con el trabajo de Rasmussen y Reason

(Reason 1990), en el que se clasifica el comportamiento humano en tres niveles de procesamiento:

- respuestas automáticas, en gran medida inconscientes, a situaciones rutinarias (comportamiento basado en la destreza);
- aplicación de las normas aprendidas a un diagnóstico correcto de la situación existente (comportamiento basado en las normas),
- resolución de problemas consciente y prolongada en el tiempo en situaciones novedosas (comportamiento basado en el conocimiento).

Los fallos de control habituales difieren de un nivel de comportamiento a otro, al igual que los tipos de accidentes y las medidas de seguridad apropiadas para controlarlos. El modelo de Hale y Glendon, actualizado con conceptos más recientes, se describe en la Figura 56.5. Se compone de diversos módulos que irán explicándose para facilitar la comprensión del funcionamiento global del modelo.

Figura 56.6 • Ciclo de resolución de problemas.



Fuente: Adaptado de Hale y Glendon 1987.

Vínculo con los modelos de desviación

El punto de partida del modelo de Hale y Glendon es el modo en que se desarrolla el peligro en un lugar de trabajo o sistema. Se considera que el peligro siempre está presente, aunque se mantiene bajo control mediante numerosas medidas de prevención de accidentes asociadas a los equipos físicos (p. ej., el diseño de los equipos y los dispositivos de protección), a las personas (p. ej., operarios cualificados), a los procedimientos (p. ej., el mantenimiento preventivo) y a la organización (p. ej., la asignación de competencias respecto a las principales tareas de seguridad). Siempre que se hayan previsto todos los peligros y riesgos potenciales importantes y se hayan diseñado y elegido adecuadamente las medidas de prevención pertinentes, no se producirán daños. Sólo si se produce una desviación respecto a este estado normal y conveniente, puede iniciarse el proceso de un accidente. (Los modelos de desviación se abordan con detalle en "Modelos de desviación de accidentes".)

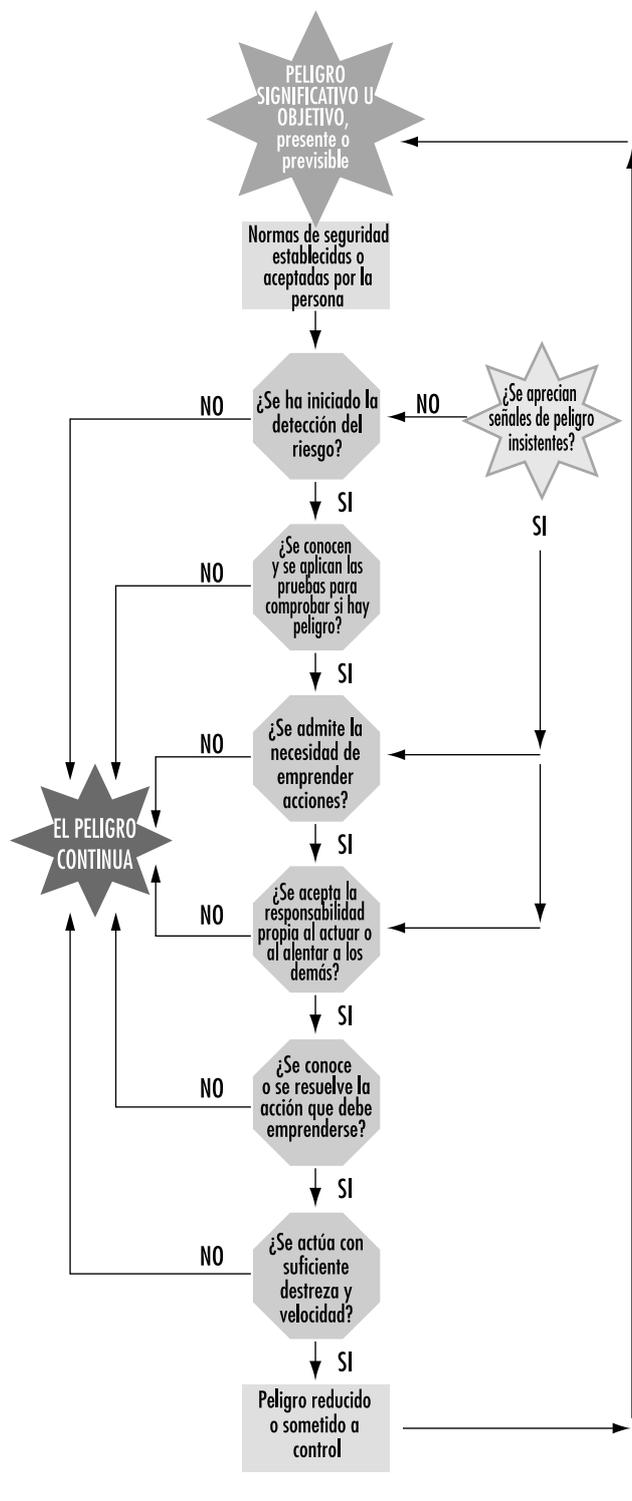
La tarea de las personas que componen el sistema es garantizar un funcionamiento correcto de las medidas de prevención de accidentes, con el fin de evitar las desviaciones mediante la utilización de los procedimientos oportunos para cada eventualidad, el manejo de los equipos de seguridad con precaución y la realización de las comprobaciones y los ajustes necesarios. Asimismo, estas personas deben ocuparse de detectar y corregir muchas de las desviaciones potenciales y de adaptar el sistema y sus medidas preventivas a las nuevas exigencias, peligros y conceptos. Todas estas acciones se incluyen en el modelo de Hale y Glendon como tareas de detección y control relacionadas con el peligro.

Resolución de problemas

En el modelo de Hale y Glendon, el papel de la acción humana en el control del peligro se considera una tarea de resolución de problemas. Sus fases pueden disponerse genéricamente como en la Figura 56.6.

La tarea es un proceso de consecución de objetivos, basado en las normas establecidas en la primera fase de la Figura 56.6. Se trata de las normas de seguridad que los trabajadores se autoimponen o que son estipuladas por las empresas, los fabricantes o los legisladores. El modelo ofrece la ventaja de que puede aplicarse no sólo a determinados trabajadores enfrentados a un peligro inminente o futuro, sino también a grupos de trabajadores, departamentos u organizaciones que tratan de controlar simultáneamente el peligro existente en un proceso o una actividad y el peligro futuro originado por las nuevas tecnologías o por productos en la fase de diseño. Por tanto, los sistemas de gestión de la seguridad pueden ajustarse a un modelo

Figura 56.7 • Comportamiento ante el peligro.



compatible con el comportamiento humano, lo que facilita al diseñador o al evaluador de dicha gestión una visión general o selectiva de las tareas interrelacionadas en los diferentes niveles que componen una organización (Hale y cols. 1994)

Al aplicar estas fases al comportamiento individual ante un peligro, obtenemos la Figura 56.7. Ciertos ejemplos de cada fase

pueden aclarar la tarea de la persona. Como se ha señalado anteriormente, en cualquier situación se supone que existe en todo momento un cierto grado de peligro. La cuestión es si un trabajador concreto responde al mismo. La capacidad de respuesta dependerá en parte de la insistencia con que se advierta el peligro y en parte de la sensibilización del trabajador respecto al mismo y a las normas sobre nivel de riesgo aceptable. Cuando, de repente, un componente de la maquinaria se pone al rojo vivo, o una carretilla elevadora se aproxima a gran velocidad o comienza a salir humo por debajo de una puerta, el trabajador pasa inmediatamente a considerar la necesidad de acción, o incluso a decidir lo que él u otra persona puede hacer.

Tales situaciones de peligro inminente son infrecuentes en la mayoría de los sectores y, por lo común, es conveniente alentar a los trabajadores a que controlen el peligro antes de que se haga inminente. Por ejemplo, éstos deben reconocer un ligero desgaste en los dispositivos de protección de la maquinaria e informar del problema, además de darse cuenta de que ciertos niveles de ruido pueden provocarles sordera si se exponen a los mismos durante varios años. Los diseñadores deben prever que un trabajador poco experimentado tiende a utilizar los nuevos productos de un modo potencialmente peligroso.

Para lograr estos objetivos, todos los responsables en materia de seguridad deben tener presente en primer lugar que es posible que el peligro exista o vaya a existir. Tener presente el peligro es, por un lado, una cuestión de personalidad y, por otro, de experiencia; puede fomentarse mediante la formación y garantizarse haciéndolo parte explícita de las tareas y los procedimientos incluidos en las fases de diseño y ejecución de un proceso, en las que puede ser confirmado y alentado por compañeros y superiores. En segundo lugar, los trabajadores y los supervisores deben saber cómo prever y reconocer los signos de peligro. Para asegurarse de que el grado de alerta es el apropiado, deben acostumbrarse a advertir posibles situaciones de accidente, es decir, indicaciones y conjuntos de señales que puedan dar lugar a una pérdida de control y, por tanto, a un daño. Se trata en parte de entender las redes de causas y efectos, como el modo en que puede perderse el control de un proceso, la forma en que el ruido deteriora la capacidad auditiva o la manera y el momento en que una zanja puede derrumbarse.

La misma importancia reviste la adopción de una actitud de desconfianza creativa, es decir, de considerar que las herramientas, las máquinas y los sistemas pueden utilizarse erróneamente, funcionar mal o mostrar propiedades e interacciones ajenas a las intenciones de sus diseñadores. Se trata de aplicar "la Ley de Murphy" (lo que puede ir mal irá mal) de forma creativa, previendo posibles fallos y brindando la oportunidad de suprimirlos o controlarlos. Tal actitud, junto con el conocimiento y la capacidad de interpretación, también contribuye al éxito de la siguiente fase: creer realmente que un determinado peligro tiene la suficiente probabilidad o gravedad para justificar la adopción de medidas.

Identificar algo como suficientemente peligroso para requerir una acción correctiva es, de nuevo, en parte una cuestión de personalidad; por ejemplo, puede tener relación con el grado de pesimismo de una persona respecto a la tecnología y, lo que es más importante, está influida en gran medida por el tipo de experiencia que lleva a los trabajadores a plantearse preguntas como: "¿Ha funcionado mal en el pasado?" o "¿Ha funcionado durante años con el mismo nivel de riesgo y sin accidentes?". Los resultados de las investigaciones sobre la percepción de riesgos y sobre los intentos de influir en ésta mediante la comunicación de riesgos y la retroinformación acerca de las experiencias de accidentes e incidentes se detallan en otros artículos.

Aun cuando se detecte la necesidad de emprender alguna acción, puede que los trabajadores no la adopten por varias

razones: por ejemplo, es posible que consideren que no es su misión interferir en el trabajo de otra persona, puede que no sepan qué hacer, que perciban que la situación es inalterable ("son gajes del oficio") o que teman las represalias por comunicar un posible problema. En este sentido son importantes las creencias y los conocimientos sobre las causas y los efectos y la atribución de competencias en materia de accidentes y su prevención. Por ejemplo, los supervisores que piensan que los accidentes se deben en gran medida a trabajadores descuidados y propensos a sufrírselos no considerarán la necesidad de emprender acciones por su parte, salvo quizá las que consisten en suprimir a ese tipo de trabajadores de su sección. Asimismo, una comunicación eficaz para movilizar y coordinar a las personas que pueden y deben adoptar medidas es esencial en esta fase.

Las etapas restantes aluden al conocimiento de las acciones oportunas para controlar el peligro y las destrezas necesarias para adoptar las medidas pertinentes. El conocimiento se adquiere mediante la formación y la experiencia, pero un diseño adecuado puede ayudar enormemente, especificando claramente el modo de obtener un determinado resultado que permita evitar el peligro o protegerse frente a él; por ejemplo, mediante una parada de emergencia o desconexión, o una acción encaminada a evitar las consecuencias. Unos recursos informativos apropiados, como los manuales de instrucciones o los sistemas de apoyo informático pueden proporcionar a los supervisores y los trabajadores unos conocimientos de los que no disponen en el curso de su actividad diaria. Por último, la cualificación y la práctica determinan si la acción de respuesta exigida puede llevarse a cabo con la suficiente precisión y en el momento justo para garantizar su éxito. Aquí se plantea una difícil paradoja: cuanto más alerta y preparadas estén las personas y más fiables sean los equipos, menor será la frecuencia con que se requieran los procedimientos de emergencia y mayor será la dificultad de mantener el nivel de destreza necesario para llevarlos a cabo en las situaciones que lo exijan.

Vínculos con el comportamiento basado en la destreza, las normas y el conocimiento

El elemento final del modelo de Hale y Glendon, que permite pasar de la Figura 56.7 a la Figura 56.5, es la adición del vínculo al trabajo de Reason y Rasmussen. En éste se subraya que el comportamiento puede manifestarse a tres niveles diferentes de control consciente (basado en la destreza, en las normas y en el conocimiento), que implican diversos aspectos del funcionamiento humano y son objeto de distintos tipos y grados de perturbación y error a causa de señales externas o fallos de procesamiento internos.

Basado en la destreza. El nivel basado en la destreza es muy fiable, pero está sometido a lapsus y descuidos en situaciones de perturbación y cuando otra rutina similar requiere la atención. Es un nivel especialmente relacionado con el tipo de comportamiento rutinario que exige una respuesta automática a señales conocidas que indican peligro, ya sea inminente o no. Las respuestas son rutinas conocidas y practicadas, como mantener los dedos alejados de una muela abrasiva al afilar un buril, conducir un vehículo sin que se salga de la carretera o agachar la cabeza para esquivar un objeto que vuela hacia nosotros. Son tan automáticas que los trabajadores ni siquiera son conscientes de que controlan activamente un peligro que les afecta.

Basado en las normas. El nivel basado en las normas se refiere a la elección, entre un conjunto de rutinas o normas conocidas, de una que resulta apropiada para cada situación, como la determinación de qué secuencia debe iniciarse para cerrar un reactor que, de otro modo, podría quedar sometido a una presión excesiva, la selección de las gafas de seguridad correctas para trabajar con ácidos (frente a las adecuadas para trabajar con

polvo) o la decisión, por parte de un directivo, de llevar a cabo la revisión de seguridad completa de un nuevo centro de trabajo en lugar de una breve inspección informal. En este caso, los errores suelen relacionarse con la insuficiencia del tiempo dedicado al cotejo de la opción con la situación real, con la confianza en la expectativa y no en la observación para comprender la situación o con la equivocación consistente en dejarse influir por información externa para llevar a cabo un diagnóstico erróneo. En el modelo de Hale y Glendon, el comportamiento a este nivel está especialmente relacionado con la detección de los riesgos y la elección de los procedimientos correctos en situaciones habituales.

Basado en el conocimiento. Se aplica únicamente cuando se carece de planes o procedimientos preestablecidos para abordar una situación en pleno desarrollo. Así ocurre sobre todo en la detección de nuevos riesgos en la fase de diseño, la observación de problemas no anticipados en las inspecciones de seguridad o el tratamiento de emergencias imprevistas. Se utiliza especialmente en las fases de la parte superior de la Figura 56.5. Se trata del modo de operación menos predecible y fiable, pero también de aquél en el que una máquina o un ordenador no pueden sustituir a una persona en la detección de posibles peligros y en la recuperación de desviaciones.

La combinación de todos los elementos se recoge en la Figura 56.5, en la que se establece un marco tanto para la clasificación de los momentos en que se produjeron fallos del comportamiento humano en un accidente pasado, como para el análisis de las acciones posibles encaminadas a favorecer este comportamiento en lo que respecta al control del peligro en una situación o tarea determinada antes de que tenga lugar un accidente.

MODELOS DE SECUENCIA DE ACCIDENTES

Ragnar Andersson

En el presente artículo se analiza un grupo de modelos de accidente con un mismo diseño básico. La interacción entre las personas, la maquinaria y el ambiente, y la conversión de esta interacción en posibles riesgos, peligros, daños y lesiones se trata a partir de una secuencia de preguntas dispuestas y enumeradas en un orden lógico. A continuación, esta secuencia se aplica de un modo similar a diversos niveles de análisis mediante la utilización de modelos. El primero de éstos lo planteó Surry (1969). Unos años más tarde, el Fondo Sueco para el Medio Ambiente de Trabajo (1983) presentó una versión modificada, conocida a partir de entonces por la sigla de este organismo en inglés, WEF. Posteriormente, un equipo sueco de investigación evaluó el modelo WEF y propuso nuevos cambios, que dieron lugar a la creación de una tercera versión.

Los modelos se describen aquí por separado y se comentan las razones de los cambios y de la evolución experimentada. Por último, se ofrece una síntesis provisional de los tres modelos. Así pues, se presentan y examinan cuatro modelos en total, con semejanzas considerables. Aunque esta propuesta pueda parecer confusa, refleja la falta de unanimidad respecto a una sola versión aceptada como "El Modelo". Entre otras cosas, se produce un conflicto obvio entre simplicidad e integridad en lo referente a los modelos de accidentes.

El modelo de Surry

En 1969, Jean Surry publicó *Industrial Accident Research—A Human Engineering Appraisal*, obra que contiene una revisión de los modelos y los enfoques más aplicados en la investigación de

accidentes. Surry agrupó los marcos teóricos y conceptuales en cinco categorías diferentes: 1) modelos de cadenas de acontecimientos múltiples, 2) modelos epidemiológicos, 3) modelos de intercambio de energía, 4) modelos de comportamiento, y 5) modelos de sistemas. Llegó a la conclusión de los modelos no son incompatibles entre sí; simplemente, en cada uno se subrayan aspectos distintos, lo que la llevó a combinar los diversos marcos en un modelo amplio y general. No obstante, Surry especificó claramente que su modelo debe considerarse provisional y no definitivo.

En opinión de Surry, un accidente puede describirse mediante una serie de preguntas que forman una jerarquía secuencial de niveles, en la que las respuestas a cada una de ellas determinan si un suceso acaba en accidente o no. El modelo de Surry (véase la Figura 56.8) refleja los principios del procesamiento de información humano y se basa en un concepto del accidente como desviación del proceso previsto. Consta de tres fases principales, unidas por dos ciclos similares.

En la primera fase se considera a las personas en su medio global, incluidos todos los parámetros medioambientales y humanos. El agente potencial causante de lesión se describe asimismo en esta etapa. Se supone que, mediante las acciones (o la ausencia de las mismas) de las personas, se erradican los peligros existentes en dicho entorno. A efectos del análisis, se establece un ciclo de “desarrollo del peligro” basado en la primera secuencia de preguntas. Si se dan respuestas negativas a alguna de ellas, el peligro en cuestión se convierte en inminente.

La segunda secuencia de preguntas o “ciclo de materialización del peligro”, vincula el nivel de éste con posibles resultados alternativos cuando el peligro se pone en marcha. Debe tenerse en cuenta que, mediante el seguimiento de diversas rutas del modelo, es posible distinguir entre los peligros deliberados (o aceptados conscientemente) y los resultados negativos involuntarios. La diferencia entre actos inseguros “parecidos a un accidente”, contratiempos y accidentes propiamente dichos se aclara asimismo en el modelo.

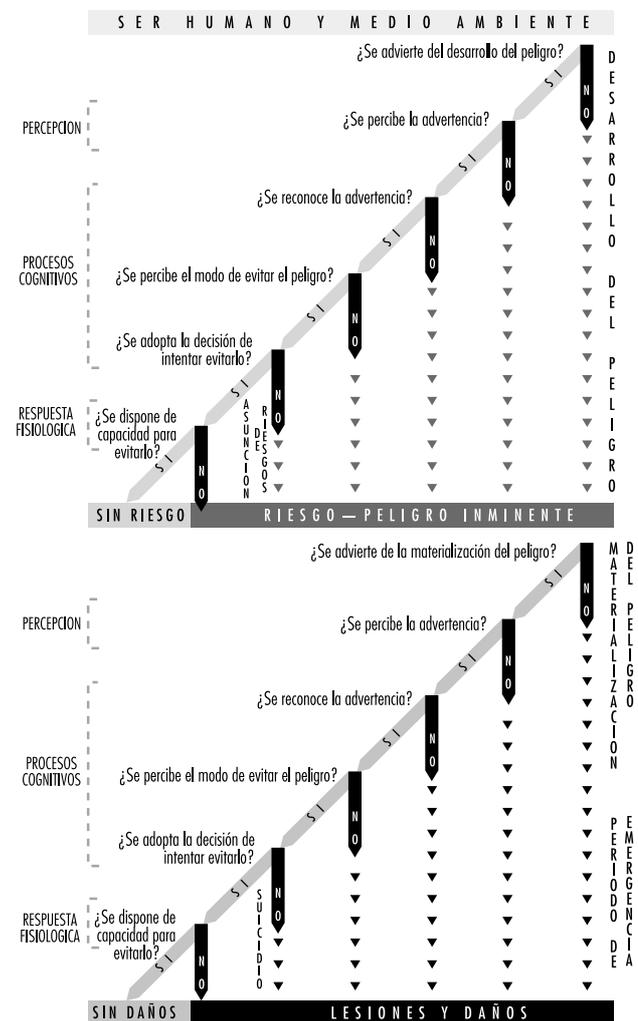
El modelo WEF

En 1973, un comité creado por el Fondo Sueco para el Medio Ambiente de Trabajo para analizar la situación de la investigación sobre accidentes de trabajo en Suecia propuso un “nuevo” modelo y lo presentó como un instrumento universal que debía emplear cualquier estudio en este terreno. Se definió como una síntesis de los modelos de comportamiento, epidemiológicos y de sistemas existentes y se afirmó que incluía todos los aspectos importantes en materia de prevención. Se hizo referencia, entre otros, al modelo de Surry, pero sin mencionar que éste era casi idéntico al propuesto. Sólo se habían realizado algunos cambios para perfeccionarlo.

Como suele ocurrir cuando las perspectivas y los modelos científicos son recomendados por organismos y autoridades centrales, el modelo sólo se adopta posteriormente en ciertos proyectos. No obstante, el informe publicado por el WEF contribuyó a aumentar rápidamente el interés de los investigadores escandinavos en general y suecos en particular en la creación de modelos y el desarrollo de teorías y al poco tiempo se plantearon otros nuevos modelos de accidentes.

El punto de partida en el modelo WEF (a diferencia del nivel del “hombre y el entorno” en el de Surry) radica en el concepto de peligro, limitado en este caso al “peligro objetivo” y diferenciado de la percepción subjetiva del mismo. El peligro objetivo se define como una parte integrante de un determinado sistema y se determina básicamente en función de la cantidad de recursos disponibles para la inversión en materia de seguridad. El aumento de la tolerancia del sistema respecto a la variabilidad humana se cita como un modo de reducir el peligro.

Figura 56.8 • El modelo de Surry.



Fuente: Surry 1969.

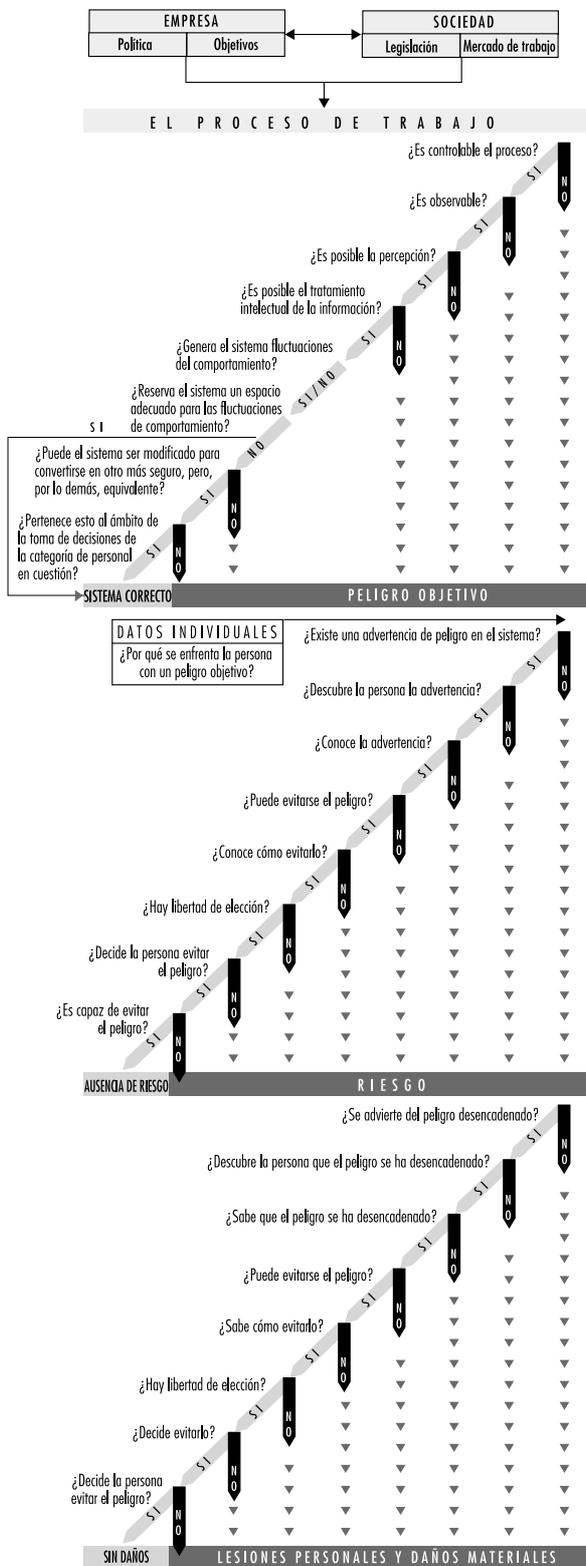
Cuando alguien entra en contacto con un determinado sistema y sus riesgos, se inicia un proceso. Debido a las características del sistema y el comportamiento de cada persona, puede plantearse una situación de peligro. De acuerdo con algunos autores, lo más importante (en lo que se refiere a dichas características) es el modo en que se indican los riesgos mediante diversos tipos de señales. La inminencia del riesgo se establece en función de la percepción, la interpretación y las acciones de la persona en relación con tales señales.

La siguiente secuencia en el proceso, que, en principio, es idéntica a la del modelo de Surry, está relacionada directamente con el suceso y con la posibilidad de que provoque una lesión o no. Si el peligro se materializa, ¿puede ser detectado en la práctica?, ¿es percibido por la persona a la que afecta, y es capaz ésta de evitar la lesión o el daño? Las respuestas a estas preguntas explican el tipo y el grado de resultados adversos a que puede dar origen este período crítico.

Se consideró que el modelo WEF (Figura 56.9) ofrece las ventajas siguientes:

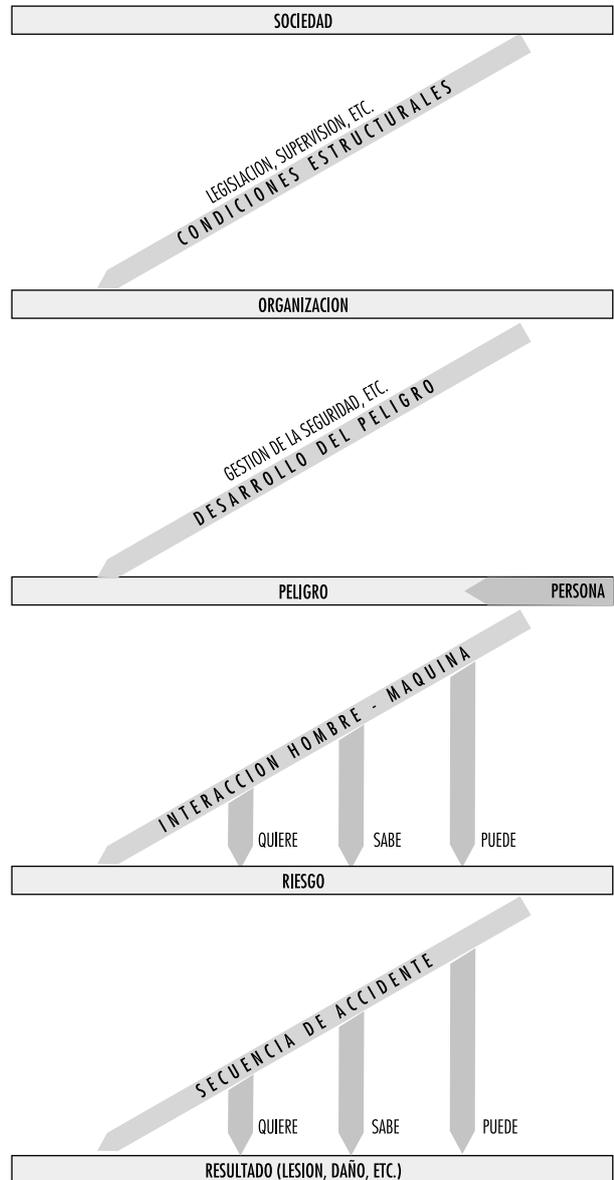
- Aclara que unas condiciones de trabajo seguras exigen la adopción de acciones en la fase más temprana posible.

Figura 56.10 • El modelo WEF ampliado mediante la introducción de otra primera secuencia.



Fuente: Basado en Work Environment Fund 1983.

Figura 56.11 • Modelo general aproximado de la causalidad de los accidentes (basado en Surry 1969 y versiones posteriores).



Fuente: Basado en Surry 1969.

La suposición básica que implican (los accidentes, al igual que sus causas, deben considerarse desviaciones respecto al proceso previsto) sigue constituyendo una premisa generalizada (véase, entre otros, Benner 1975; Kjellén y Larsson 1981).

Los modelos establecen una distinción inequívoca entre el concepto de lesión como consecuencia para la salud y el de accidente como suceso precedente. Además, ponen de relieve que un accidente no es un mero "acontecimiento", sino más bien un proceso que puede analizarse como una serie de fases (Andersson 1991).

Con posterioridad se han elaborado numerosos modelos, como un conjunto de "módulos" organizados en un orden temporal o jerárquico, que indican la existencia de varias fases temporales o niveles de análisis, como el modelo ISA

(Andersson y Lagerlöf 1983), el modelo de desviación (Kjellén y Larsson 1981) y el denominado modelo finlandés (Tuominen y Saari 1982). Tales niveles de análisis también son fundamentales para los modelos descritos aquí. Ahora bien, en los modelos de secuencia se propone asimismo un instrumento teórico para el análisis de los mecanismos que relacionan dichos niveles entre sí. Autores como Hale y Glendon (1987), desde la perspectiva de los factores humanos, y Benner (1975), desde un punto de vista sistémico, han realizado contribuciones importantes al respecto.

Como se deduce claramente de la comparación de estos modelos, Surry no asignó una posición esencial al concepto de peligro, a diferencia de las propuestas del WEF. Su punto de partida fue la interacción de hombre y entorno, lo que refleja un enfoque más amplio, similar al planteado por el grupo de Malmö. Por otra parte, al igual que el comité WEF, Surry no se refirió a otros niveles de análisis ajenos al trabajador y su medio ambiente, como los organizativos y sociales. Además, las observaciones del estudio de Malmö citadas aquí en relación con el modelo WEF también parecen oportunas para el modelo de Surry.

Una síntesis actual de los tres modelos presentados podría incluir menos detalles sobre el procesamiento humano de la información y más datos sobre las condiciones "estructurales" (remontándose más atrás en el "flujo" de causas) en los niveles organizativo y social. Los elementos clave en una secuencia de preguntas destinada a abordar la relación entre los niveles organizativo y de interacción de hombre y máquina, podrían deducirse de los principios modernos de gestión de la seguridad, incluidas las metodologías de garantía de calidad (control interno y otras). Del mismo modo, una secuencia de preguntas referente a la vinculación entre los niveles organizativo y social podría basarse en los principios actuales de supervisión e inspección centradas en los sistemas. En la Figura 56.11 se esboza un modelo general aproximado que se basa en el diseño original de Surry, al que se añaden estos elementos.

● MODELOS DE DESVIACION DE ACCIDENTES

Urban Kjellén

Un accidente de trabajo puede considerarse como un efecto anormal o no deseado de los procesos desarrollados en un sistema industrial, o como algo que no funciona como estaba previsto. Además de las lesiones personales, puede tener otras consecuencias indeseables, como daños materiales, emisiones accidentales de contaminación al medio ambiente, retrasos o reducción de la calidad de los productos. El *modelo de desviación* tiene sus raíces en la teoría de sistemas. Su aplicación conlleva la consideración de los accidentes como *desviaciones*.

Desviaciones

La definición de *desviación* en lo que se refiere a requisitos especificados coincide con la de disconformidad recogida en las normas de gestión de calidad ISO 9000 de la Organización Internacional de Normalización (ISO 1994). El valor de la variable de sistemas se clasifica como desviación si se sale de la norma. Las variables de sistemas son las características mensurables del mismo, que pueden adoptar distintos valores.

Normas

Existen cuatro tipos diferentes de normas, referidos a los aspectos siguientes: *a)* los requisitos especificados, *b)* lo que se ha planificado, *c)* lo que es normal o habitual, y *d)* lo que es aceptado.

Cada uno de ellas se caracteriza por el modo en que se ha establecido y su grado de formalización.

Las disposiciones, las normativas y los procedimientos de seguridad son ejemplos de requisitos especificados. Un caso típico de desviación respecto a estos requisitos es un "error humano", definido como la transgresión de una norma. Las normas relativas a lo que es "normal o habitual" y lo que es "aceptado" están menos formalizadas. Su aplicación es característica de los establecimientos industriales, en los que la planificación se centra en los resultados y la ejecución del trabajo se deja a discreción de quienes lo realizan. Un ejemplo de desviación respecto de una norma "aceptada" es el "factor incidental", es decir, un acontecimiento poco habitual que puede producir (o no) un accidente (Leplat 1978). Otro ejemplo es el "acto peligroso", tradicionalmente definido como una acción personal que infringe un procedimiento seguro aceptado por la mayoría (ANSI 1962).

Variables del sistema

Al aplicar el modelo de desviación, el conjunto o serie de valores de las variables del sistema se divide en dos clases: normales y de desviación. La distinción entre ambas puede resultar problemática. Es posible que se planteen diferencias de opinión sobre lo que es normal, por ejemplo, entre los trabajadores, los supervisores, la dirección y los diseñadores del sistema. Un segundo problema se refiere a la ausencia de normas en las situaciones de trabajo que no se han presentado anteriormente (Rasmussen, Duncan y Leplat 1987). Tanto las diferencias de opinión como la falta de normas pueden contribuir por sí mismas a un aumento de los riesgos.

La dimensión temporal

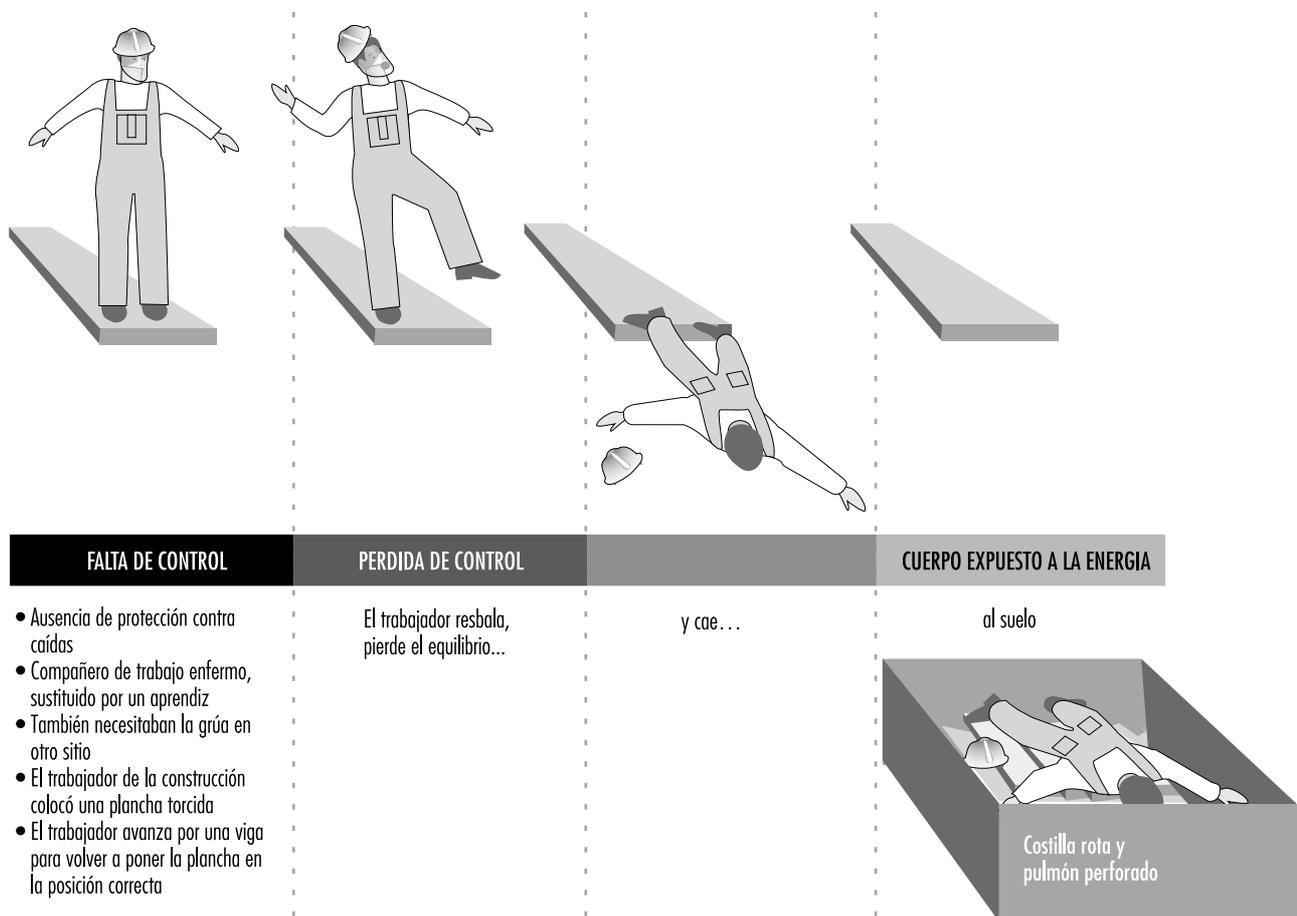
El tiempo es una dimensión básica en el modelo de desviación. El accidente se analiza como un proceso, y no como un acontecimiento único o como una cadena de factores causales. El proceso se desarrolla a través de fases consecutivas, de forma que existe una transición de las condiciones normales del sistema industrial a condiciones anómalas o de *falta de control*. A continuación tiene lugar una *pérdida de control* de las energías del sistema y se produce el daño o la lesión. En la Figura 56.12 se muestra, en relación con esta transición, un ejemplo de análisis de un accidente, basado en un modelo desarrollado por la Unidad de Investigación de Accidentes de Trabajo (UIAT) de Estocolmo.

El control del accidente como centro de atención

Cada modelo de accidentes tiene un único centro de atención y su correspondiente estrategia de prevención de accidentes. El modelo de desviación sitúa el centro de atención en la fase inicial de la secuencia del accidente, caracterizada por las condiciones anómalas o falta de control. La prevención de accidentes se lleva a cabo mediante la retroalimentación en los casos en que se utilizan sistemas de información para la planificación de la producción y la gestión del control y la seguridad. El objetivo es lograr una ejecución uniforme de las operaciones, con el menor número posible de interferencias e improvisaciones, para evitar el aumento del riesgo de accidentes.

Hay que diferenciar las acciones correctivas de las preventivas. La corrección de las desviaciones coincide con el primer orden de retroinformación establecido en la jerarquía de Van Court Hare y no da lugar a un aprendizaje organizativo basado en las experiencias de accidentes (Hare 1967). Las acciones preventivas se llevan a cabo mediante órdenes más elevadas de retroinformación, cuya ejecución requiere aprendizaje. Un ejemplo de este tipo de acciones es la elaboración de instrucciones para desempeñar un trabajo nuevo, basadas en normas comúnmente admitidas sobre métodos de trabajo seguros.

Figura 56.12 • Análisis de un accidente en una obra de construcción conforme al modelo UIAT.



En general, las acciones preventivas tienen tres objetivos diferentes: *a)* reducir la probabilidad de desviaciones, *b)* atenuar las consecuencias de éstas, y *c)* acortar el tiempo que transcurre entre la desviación y su descubrimiento y corrección.

Para ilustrar sus características, puede compararse el modelo de desviación con el *modelo de energía* (Haddon 1980), que sitúa el centro de atención de la prevención en las últimas fases del proceso del accidente, es decir, en la pérdida de control de las energías y en el daño consiguiente. Lo característico en estos casos es prevenir los accidentes limitando o controlando las energías existentes en el sistema o interponiendo barreras entre las energías y la víctima.

Taxonomías de las desviaciones

Existen distintas taxonomías para la clasificación de las desviaciones, que han sido desarrolladas para simplificar la recopilación, el procesamiento y la retroalimentación de datos sobre las desviaciones. En la Tabla 56.1 se ofrece un resumen.

Una taxonomía clásica de las desviaciones es la distinción entre "acto peligroso individual" y "condiciones mecánicas o físicas peligrosas" (ANSI 1962). En esta taxonomía se combinan la clasificación en función de la duración y la división entre sujeto y objeto. El modelo UIAT se basa en una visión de los sistemas de ingeniería industrial (Kjellén y Hovden 1993) en el

que cada tipo de desviaciones se corresponde con un sistema típico de control de la producción. De ahí que, por ejemplo, las desviaciones relacionadas con los materiales de trabajo se controlen mediante el control del material, y que las desviaciones técnicas se controlen mediante procedimientos de inspección y mantenimiento. Los mecanismos de protección permanentes suelen controlarse mediante inspecciones de seguridad. Las desviaciones correspondientes a la pérdida de control de las energías se clasifican según los distintos tipos de ésta (Haddon 1980). Se establece asimismo una distinción entre los fallos en los sistemas humanos y en los técnicos destinados al control de las energías (Kjellén y Hovden 1993).

La validez del concepto de desviación

No existe una relación general entre las desviaciones y el riesgo de lesión. No obstante, los resultados de las investigaciones al respecto indican que ciertos tipos de desviaciones están asociados a un aumento del riesgo de accidentes en algunos sistemas industriales (Kjellén 1984). Se incluyen aquí los equipos defectuosos, las perturbaciones de la producción, la irregularidad de las cargas de trabajo y la utilización de herramientas con fines poco habituales. En función del tipo y la cantidad de energía que queda fuera de control, las consecuencias pueden predecirse con bastante precisión.

Figura 56.13 • Alcance de diferentes instrumentos utilizados en la práctica de la seguridad.



Aplicación del modelo de desviación

Los datos sobre desviaciones se recopilan en las inspecciones y muestreos de seguridad, en los partes de cuasiaccidentes y en las investigaciones de accidentes (véase la Figura 56.13).

El *muestreo de seguridad* es un método de control de las desviaciones respecto de las normas de seguridad basado en la oferta de información a los trabajadores obtenida del estudio de su actividad. Se han observado efectos positivos de esta técnica sobre el nivel de seguridad, medido en función del riesgo de accidentes (Saari 1992).

El modelo de desviación se ha aplicado a la construcción de herramientas de investigación de accidentes. En el método de

análisis de los factores incidentales, las desviaciones observadas en la secuencia de un accidente se identifican y disponen en una estructura lógica en forma de árbol (Leplat 1978). El modelo UIAT ha servido de base para el diseño de formularios y listas de control para la investigación de los accidentes y la estructuración de los procedimientos de esa investigación. Los estudios de evaluación han puesto de manifiesto que este tipo de métodos ayuda a describir y valorar las desviaciones de forma más fiable y completa (véase Kjellén y Hovden 1993 para su revisión). El modelo de desviación ha inspirado asimismo el desarrollo de métodos de análisis de riesgos.

El *análisis de desviaciones* es un método de análisis de riesgos y consta de tres etapas: 1) resumen de las funciones del sistema y de las actividades de sus operarios, agrupándolas en subsecciones; 2) estudio de las distintas actividades para determinar las posibles desviaciones y valorar sus consecuencias potenciales, y 3) desarrollo de soluciones (Harms-Ringdahl 1993). El proceso del accidente se estructura tal como se muestra en la Figura 56.12, y el análisis del riesgo cubre las tres etapas. Se utilizan listas de control parecidas a las empleadas en la investigación de accidentes. Es posible incorporar este método a las tareas de diseño; de este modo, es más eficaz en la determinación de las necesidades de acciones paliativas.

Tabla 56.1 • Ejemplos de taxonomías para la clasificación de desviaciones.

| Teoría o modelo y variable | Clases |
|--|---|
| <i>Modelo de proceso</i> | |
| Duración | Acontecimiento o acto, condición |
| Fase de la secuencia del accidente | Fase inicial, fase final, fase de la lesión |
| <i>Teoría de sistemas</i> | |
| Sujeto-objeto | (Acto) individual, condiciones mecánicas o físicas |
| Ergonomía de sistemas | Individuo, tarea, equipo, ambiente |
| Ingeniería industrial | Materiales, fuerza de trabajo, información, actividades técnicas, humanas, concurrentes y paralelas, mecanismos de protección permanentes, equipos de protección individual |
| <i>Errores humanos</i> | |
| Acciones humanas | Omisión, acción, actos extraños, error secuencial, error de tiempo |
| <i>Modelo de energía</i> | |
| Tipo de energía | Térmica, de radiación, mecánica, eléctrica, química |
| Tipo de sistema de control de la energía | Técnico, humano |
| <i>Consecuencias</i> | |
| Tipo de pérdida | Pérdida de tiempo insignificante, degradación de la calidad del producto, daños a los equipos, pérdidas materiales, contaminación ambiental, lesiones personales |
| Alcance de la pérdida | Despreciable, marginal, crítica, catastrófica |

Fuente: Kjellén 1984.

Resumen

Los modelos de desviación se ocupan de la fase inicial del proceso de accidente, en la que se producen perturbaciones en la operación. La prevención se consigue mediante el control basado en la retroinformación, con el fin de lograr un funcionamiento uniforme en el que se minimizan las interferencias y las imprevisiones que pueden dar lugar a un accidente.

EL MAIM: MODELO DE INFORMACION DE ACCIDENTES DE MERSEYSIDE

Harry S. Shannon y John Davies

En general, el término *accidente* se utiliza para hacer referencia a acontecimientos que dan lugar a una lesión o un daño físico no deseado o imprevisto; un modelo de accidente es una estructura conceptual aplicada al análisis de estos acontecimientos. En algunos modelos puede afirmarse explícitamente que los "cuasiaccidentes" (en ocasiones denominados "cuasi errores") también son tenidos en cuenta; con todo, esta distinción no es importante en el presente artículo. Los modelos de accidente pueden servir a distintos fines. Pueden ofrecer una explicación conceptual del modo en que ocurren los accidentes, sirven para

registrar y almacenar información sobre los accidentes y pueden ser un mecanismo para su investigación. Esos tres objetivos no son muy distintos entre sí, aunque constituyen un medio de clasificación útil.

En este artículo se describe el Modelo de Información de Accidentes de Merseyside (Merseyside Accident Information Model, MAIM), que, por sus características, responde más adecuadamente al segundo de los objetivos citados, registrar y almacenar información sobre los accidentes. Siguiendo esquemáticamente un análisis fundamentado del MAIM, se describen algunos estudios iniciales en los que se evalúa el modelo. El artículo finaliza con la referencia a los últimos avances del MAIM, incluida la utilización de "software inteligente" para recopilar y analizar información sobre accidentes con lesiones.

Primeros modelos de accidente

En el modelo de Heinrich (1931), la secuencia causal que da lugar a un accidente se equiparó con una sucesión de cinco fichas de dominó que caen unas sobre otras, siendo necesarias las cuatro primeras para que se produzca el acontecimiento final. En un trabajo que puede considerarse precursor del MAIM, Manning (1971) estableció que "el requisito básico para que se de una lesión por accidente es que exista un sujeto receptor (un trabajador, por ejemplo) y un objeto del entorno que contribuya al accidente. El objeto, el sujeto o ambos se mueven el uno respecto del otro". Kjellén y Larsson (1981) desarrollaron su propio modelo, en el que se planteaban dos niveles: la secuencia de accidente y los factores determinantes subyacentes. En un trabajo posterior, Kjellén y Hovden (1993) describieron avances posteriores alcanzados en otras publicaciones y señalaron la necesidad de una "utilización eficaz de la información existente obtenida de los partes rutinarios de accidentes y cuasiaccidentes, mediante el recurso a un potente sistema de recuperación de información". El MAIM ha atendido esa necesidad.

Fundamento del MAIM

Parece existir una aceptación general de la idea de que la información sobre accidentes útil no debe limitarse a las circunstancias inmediatas del daño o la lesión, sino que debe extenderse también a la cadena precedente de acontecimientos y a los factores que determinan la existencia de la secuencia del accidente. Sin embargo, algunos de los primeros sistemas de clasificación no cumplían este requisito; los objetos, los movimientos (de las personas o de las cosas) y los acontecimientos solían mezclarse y no se distinguía entre acontecimientos sucesivos.

Un ejemplo sencillo puede ilustrar este problema. Un trabajador resbala en una mancha de aceite, cae, se golpea la cabeza contra una máquina y sufre una conmoción. En este caso, es fácil distinguir entre la causa previa (inmediata) del accidente (haber resbalado con el aceite) y la causa de la lesión (golpearse la cabeza contra la máquina). No obstante, algunos sistemas de clasificación comprenden categorías como "caída de personas" y "golpes contra objetos". El accidente podría incluirse en cualquiera de ambas clases, aun cuando ninguna describa siquiera la causa inmediata del accidente (resbalar con el aceite) ni los factores causales (como la razón por la que había aceite en el suelo).

En esencia, el problema consiste en que se considera únicamente un factor, cuando deberían ser muchos. Un accidente no siempre consiste en un solo acontecimiento; puede haber muchos. De estas observaciones partió el Dr. Derek Manning, médico del trabajo, para desarrollar el MAIM.

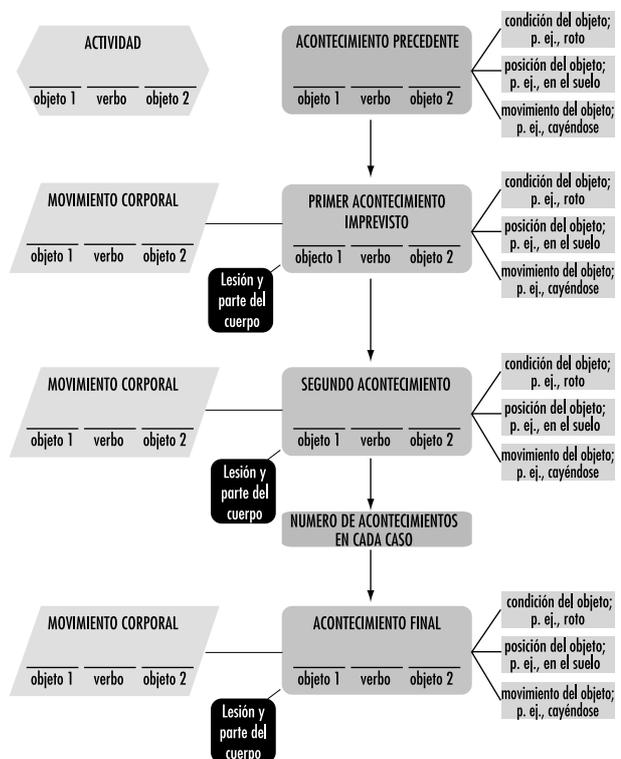
Descripción del MAIM

El elemento central de un accidente es el *primer acontecimiento imprevisto* (*no deseado o no planeado*), en el que interviene el equipo dañado o la persona lesionada (Figura 56.14). Tal acontecimiento no es siempre el primero en el proceso del accidente denominado *acontecimiento precedente*. En el ejemplo anterior, el resbalón se considera el primer acontecimiento imprevisto del accidente. (Dada la presencia de manchas de aceite en el suelo, no es imprevisible que alguien resbale con una y se caiga, pero la persona que viene andando no lo prevé.)

El comportamiento del equipo o de la víctima se describe en función de la *actividad* general que estuviera realizando en el momento de la lesión y de la descripción más detallada del *movimiento corporal* desarrollado en el instante en que ocurrió el primer acontecimiento. Se describen asimismo los objetos presentes y, en el caso de los que además están relacionados con los acontecimientos, se indican sus características, incluidas su *posición*, *movimiento* y *condición*. En ocasiones, puede intervenir un segundo objeto interrelacionado con el primero (por ejemplo, si se golpea un cincel con un martillo).

Como se ha indicado, puede haber más de un acontecimiento y es posible que el *segundo acontecimiento* incluya también un objeto (tal vez diferente). Además, el equipo o la víctima puede haber realizado un segundo movimiento corporal, como el de intentar agarrarse a algo para evitar la caída. Todo estos elementos se incorporan al modelo. Puede haber también un tercer acontecimiento, y otros posteriores, antes de que termine la secuencia que da lugar a la lesión. Es posible ampliar el modelo en todas las direcciones, incorporando factores relacionados con cada componente. Por ejemplo, en las ramas que nacen de

Figura 56.14 • El modelo de accidente MAIM.



Fuente: Basado en Davies y Manning 1994b.

“actividades” y de “movimientos corporales” podrían registrarse los factores psicológicos, las medicaciones y las limitaciones físicas de un trabajador.

En general, es fácil diferenciar de forma intuitiva los distintos acontecimientos, pero puede ser útil una definición más estricta: un acontecimiento es *un cambio inesperado, o la ausencia de éste, en las condiciones energéticas de una situación*. (Por *energía* se entiende tanto energía cinética como energía potencial). El primer acontecimiento siempre es inesperado; los siguientes pueden ser previsibles, incluso inevitables, una vez que el primero ha ocurrido, pero siempre son inesperados antes del accidente. Un ejemplo de ausencia de cambio de energía inesperada es el de un martillo que golpea sobre un clavo y falla el golpe. El ejemplo antes citado de una persona que resbala con una mancha de aceite, cae y se golpea la cabeza puede servir de ilustración. El primer acontecimiento es: “el pie resbala” (en lugar de permanecer fijo, el pie adquiere energía cinética). El segundo: “la persona cae”, y en él se adquiere aún más energía cinética. La energía es absorbida por el golpe de la cabeza contra la máquina, momento en el que ocurre la lesión y finaliza la secuencia. He aquí cómo puede ajustarse la sucesión al modelo:

1. 1^{er} acontecimiento: el pie resbaló con el aceite.
2. 2^o acontecimiento: la persona se cayó.
3. 3^{er} acontecimiento: la cabeza golpeó contra la máquina.

Experiencia con el MAIM

Una de las primeras versiones del modelo se utilizó para realizar un estudio de los 2.428 accidentes de los que se dio parte en 1973 en una fábrica de cajas de cambio, situada en las instalaciones de una empresa de automóviles (para más información, véase Shannon 1978). Las operaciones eran cortar y pulir los engranajes, someterlos a un tratamiento térmico y montar las cajas de cambio. En el proceso de corte se producen virutas y recortes de metal muy afilados y se utiliza aceite como refrigerante. La información se recopiló mediante unos formularios especialmente destinados al efecto. Dos personas procedieron, por separado, a registrar cada accidente según el modelo, resolviéndose después las diferencias mediante el análisis conjunto. Se asignaron códigos numéricos a los distintos componentes de cada accidente, para almacenar los datos en un ordenador y proceder al análisis. A continuación se refieren algunos resultados básicos y se examinan las enseñanzas específicas extraídas del uso del modelo.

La tasa de accidentes se redujo de manera sustancial (casi en un 40 %), al parecer, como resultado de la realización del estudio. Se indicó a los investigadores que, puesto que había que responder a otras preguntas y eso llevaba tiempo, “no podía molestar” a muchos trabajadores para que dieran parte de pequeñas lesiones. Algunos datos confirmaron esta observación:

1. La tasa subió de nuevo en 1975, una vez finalizado el estudio.
2. La tasa de lesiones con baja no varió.
3. Las consultas efectuadas en el centro médico por motivos no laborales no varió.
4. Las tasas de accidentes en el resto de las instalaciones no variaron.

Por lo tanto, parece que la reducción de la tasa no fue sino una consecuencia del proceso de recopilación de información.

Otra conclusión interesante fue que se observaron 217 casos de lesión (8 %) cuyas víctimas no podían asegurar cómo o cuándo habían ocurrido, lo cual se descubrió preguntando explícitamente a los lesionados si estaban seguros de lo que había sucedido. La mayor parte de estas lesiones fueron cortes o

rasguños, relativamente comunes habida cuenta del tipo de trabajo realizado en la fábrica.

Del resto de los accidentes, casi la mitad (1.102) se debieron a un único acontecimiento. Los provocados por dos o tres fueron reduciéndose gradualmente, y sólo 58 se debieron a cuatro o más acontecimientos. El porcentaje de accidentes con baja aumentó de forma proporcional al incremento del número de acontecimientos. Una posible explicación es que la energía cinética aumenta con cada acontecimiento, de manera que, al elevarse el número de éstos, aumenta la cantidad de energía disipada al entrar el objeto en colisión con la víctima.

De hecho, un estudio posterior de las diferencias entre los accidentes con y sin baja puso de manifiesto diferencias muy marcadas en la distribución correspondiente a los distintos elementos del modelo. Por ejemplo, cuando el primer acontecimiento era “la persona resbala”, casi la cuarta parte de los accidentes daban lugar a una baja, mientras que si era “el cuerpo recibe una punzada”, la proporción se reducía al 1 %. Y si se daban varios componentes, las diferencias se acentuaban. Por ejemplo, si tomamos los acontecimientos finales y los objetos relacionados con ellos, se observa que ninguno de los 132 accidentes en los que la víctima “recibió una punzada” o “se cortó con viruta” dio lugar a una baja, pero cuando el acontecimiento final fue “torcedura o deformación” y no hubo “ningún objeto implicado”, el 40 % de las lesiones dieron lugar a baja.

Son resultados que contradecían la opinión de que la gravedad de la lesión es en gran medida una cuestión de suerte y de que la prevención de todo tipo de accidentes daría lugar a la reducción de las lesiones graves. Lo cual significa que el análisis del conjunto de accidentes y el intento de prevenir los tipos más comunes no habría de influir necesariamente en aquéllos que producen lesiones graves.

Se realizó un estudio complementario para evaluar la utilidad de la información en el modelo. Se definieron varios usos posibles de los datos sobre accidentes:

- Medir los resultados de las acciones adoptadas en materia de seguridad, es decir, el grado en que los accidentes ocurridos en una instalación, o en una zona de ella, continúan ocurriendo a lo largo del tiempo.
- Identificar las causas.
- Identificar los errores (en el más amplio sentido del término).
- Verificar controles, es decir, comprobar si las medidas de seguridad adoptadas para evitar algún tipo de accidentes son realmente eficaces.
- Facilitar el conocimiento de orden práctico, ya que el conocimiento sobre muchas situaciones y circunstancias de accidentes podría ayudar a prestar servicios de asesoramiento para su prevención.

Tres agentes de seguridad (profesionales) calificaron la utilidad de las descripciones verbales y de los modelos registrados para varios accidentes (al menos 75 cada uno), en una escala de 0 (ninguna información útil) a 5 (información perfectamente adecuada para su uso). En la mayoría de los accidentes, las calificaciones fueron idénticas; es decir, no se había perdido ninguna información al transcribir las descripciones escritas al modelo. En la mayor parte de los casos en los que hubo pérdida de información, se cifró en un solo punto en la escala de 0 a 5, es decir, una pérdida pequeña.

Con todo, pocas veces se calificó la información de “perfectamente adecuada”. En parte se debe a que los agentes de seguridad estaban acostumbrados a realizar investigaciones detalladas en el lugar mismo donde ha ocurrido el suceso, algo que en este estudio no se había hecho, ya que se incluyeron todos los accidentes de los que se había dado parte, los graves y los menos graves. Cabe recordar, sin embargo, que

la información registrada en los modelos se había extraído directamente de las descripciones por escrito. Debido a la escasa cuantía de la información "perdida", cabía la posibilidad de suprimir el paso intermedio. La generalización del uso de los ordenadores personales y la mejor calidad del software permiten una recopilación de datos automatizada y el uso de listas de control para garantizar que se obtiene toda la información pertinente. Se ha elaborado un programa a este efecto, del que ya se han realizado algunas pruebas iniciales.

El software inteligente del MAIM

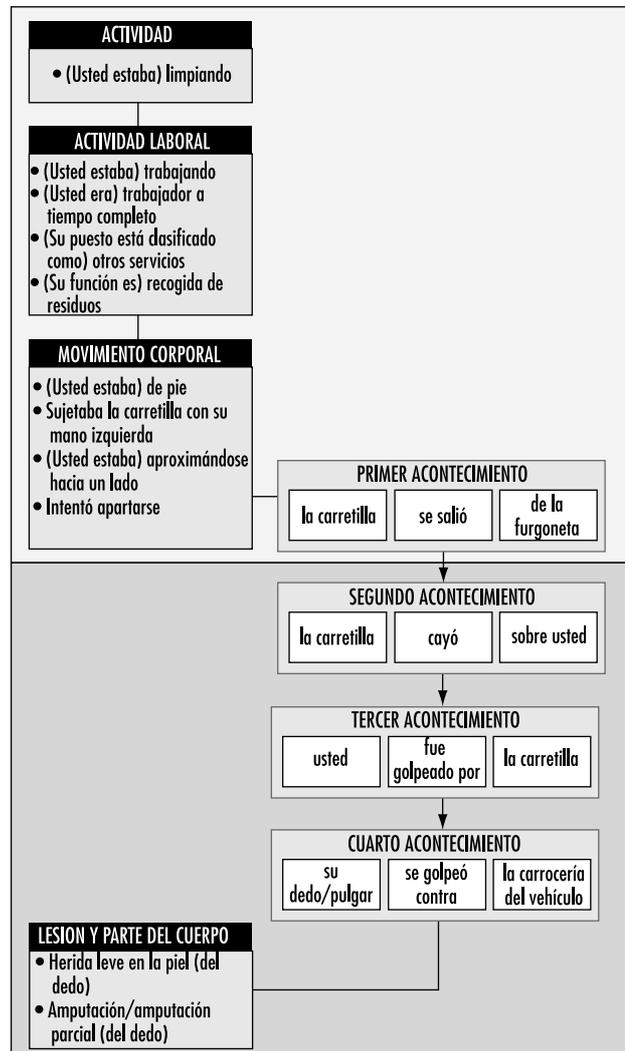
Troup, Davies y Manning (1988) utilizaron el MAIM para llevar a cabo una investigación sobre los accidentes que provocan lesiones de espalda. Se creó una base de datos en un ordenador personal IBM, codificando los resultados obtenidos mediante entrevistas a pacientes realizadas por un experto en este modelo. Asimismo, él analizó las entrevistas para obtener las descripciones según el MAIM (Figura 56.14), y fue en esta fase cuando se incorporó la información a la base de datos. Aunque el método resultó bastante satisfactorio, se observaron posibles problemas al generalizar el acceso al mismo. En concreto, se necesitaban dos tipos de conocimientos de orden práctico: cualificaciones para entrevistar y conocimiento del análisis necesario para elaborar la descripción del accidente según el MAIM.

Davies y Manning (1994a) crearon un software para realizar entrevistas a los pacientes y elaborar una base de datos de accidentes utilizando el MAIM. El objetivo de estos programas informáticos era cubrir dos áreas de conocimientos de orden práctico, la entrevista y el análisis, a fin de construir la estructura de acontecimientos del MAIM. De hecho, el software del MAIM constituye el "escaparate" inteligente de una base de datos, y en 1991 ya estaba lo bastante desarrollado para someterlo a prueba en un entorno clínico. Se trata de un software interactivo, que se comunica con el paciente por medio de menús; éste selecciona opciones de unas listas, que exigen únicamente la utilización de las teclas del cursor y la de "Intro". La elección de una entre las distintas opciones determina, en cierta medida, el curso posterior de la entrevista y permite registrar la información en la parte pertinente de la descripción del accidente según el MAIM. Con este método de recopilación de datos se evitaba la necesidad de escribir bien o de saber mecanografía, y hacía la entrevista susceptible de repetición además de coherente.

En la estructura de acontecimientos del modelo MAIM se utilizan verbos y objetos para construir frases sencillas. Los verbos en los acontecimientos pueden asociarse con diferentes escenarios de accidente, y esta posibilidad del modelo constituye la base para la elaboración de un conjunto de preguntas relacionadas con él que configuran la entrevista. Las preguntas se plantean de manera que en todas las fases sólo sea necesario efectuar una elección sencilla, con lo que la complejidad del accidente como un todo se descompone en un conjunto de descripciones sencillas. Una vez identificado el verbo de un acontecimiento, se asocian a él los sustantivos correspondientes, mediante la localización de los objetos, hasta construir la frase que ofrece la descripción completa del acontecimiento en cuestión. Obviamente, esta técnica requiere la utilización de un amplio diccionario de objetos en el que pueda realizarse una búsqueda rápida y eficaz.

El Home Accident Surveillance System (HASS) (Departamento de Comercio e Industria 1987) controla los objetos que intervienen en los accidentes. El diccionario del software del MAIM se basó en la relación de objetos empleada por el HASS, a lo que se añadieron los objetos de uso en los lugares de trabajo.

Figura 56.15 • Resumen de un accidente registrado en una entrevista con el paciente.



Fuente: Basado en Davies y Manning 1994b.

Los objetos pueden agruparse en clases, lo que permite definir una jerarquía de menús, en la que estas clases son niveles que se corresponden con listas del menú. Así pues, una lista estructurada de objetos asociados puede utilizarse para localizar artículos concretos; por ejemplo, el objeto *martillo* puede encontrarse seleccionando, por orden: a) herramientas, b) herramientas manuales, y c) martillo en tres listas de menú sucesivas. Un objeto determinado puede estar clasificado en varios grupos diferentes; por ejemplo, un cuchillo se asocia con artículos de cocina, con herramientas o con objetos cortantes. De manera que existen referencias repetidas en el diccionario de objetos, lo que permite encontrar el elemento a través de muchas vías de acceso diferentes. El diccionario de objetos tiene en la actualidad un vocabulario de unas 2.000 entradas, referentes al entorno laboral y de ocio.

En la entrevista del MAIM también se recopila información sobre las actividades en el momento del accidente, los movimientos corporales, el lugar en el que ocurrió el accidente, los factores que contribuyeron al mismo, las lesiones y las incapacidades. Todos estos elementos pueden darse más de una vez en

cada accidente, posibilidad que queda reflejada en la estructura de la base de datos relacional utilizada para registrar el accidente.

Al final de la entrevista se han registrado varias frases en las que se describen los acontecimientos del accidente; se pide entonces al paciente que las coloque en el orden correcto y que relacione las lesiones con los acontecimientos archivados. A continuación, aparece en pantalla un resumen informativo de todos los datos recopilados.

En la Figura 56.15 se ofrece un ejemplo de resumen de un accidente, tal como lo ve el paciente. Los datos de este accidente se han superpuesto en el diagrama ajustado al MAIM de la Figura 56.15. Se han omitido los detalles sobre los factores y la localización del accidente.

El primer acontecimiento imprevisto o involuntario (primer acontecimiento) en el que participa la persona lesionada suele ser el primero en la secuencia del accidente; por ejemplo, si una persona resbala y cae, el resbalón es normalmente el primer acontecimiento del accidente. Por otra parte, si una persona resulta lesionada por una máquina, debido a que otra persona la ha puesto en marcha antes de darle tiempo a retirarse, el primer acontecimiento en el que participa el herido es "la máquina le atrapa", cuando, en realidad, es "otra persona pone en funcionamiento la máquina antes de tiempo". En el software del MAIM se registra el primer acontecimiento del accidente, ya sea el primero de los que afectan a la víctima u otro previo (Figura 56.14). Teóricamente, este enfoque resulta insatisfactorio, pero no desde el punto de vista de la prevención de accidentes, ya que se identifica el inicio de su secuencia, y puede ser objeto de análisis para evitar accidentes similares en el futuro. (Algunos autores utilizan la expresión *acción de desviación* para referirse al comienzo de la secuencia del accidente, pero aún no está claro que éste y el primer acontecimiento que lo desencadena coincidan siempre).

Cuando se utilizó el software del MAIM por primera vez en un centro hospitalario, se observó que existían problemas para estimar correctamente algunos tipos de accidente que afectan a la región situada "por debajo de los pies". El MAIM identifica el primer acontecimiento imprevisto con el punto de inicio de la secuencia del accidente. Ahora bien, tomemos dos accidentes similares, uno en el que el paciente pisa *intencionadamente* un objeto y éste se rompe, y otro en el que el paciente pisa *involuntariamente* un objeto, que también se rompe. En el primer caso, el acto de pisar el objeto es un movimiento corporal y el primer acontecimiento imprevisto es la ruptura del objeto. En el segundo accidente, el acto de pisar el objeto es ya el primer acontecimiento imprevisto. Para diferenciar estos dos supuestos, hay que plantear la pregunta: "¿Pisó usted algo accidentalmente?". Es un ejemplo que demuestra la importancia de una elaboración correcta de las entrevistas para que los datos obtenidos sean precisos. El análisis de estos dos accidentes permite formular las siguientes recomendaciones para evitar su repetición: el primer accidente podría haberse evitado haciendo saber al paciente que el objeto se rompería; el segundo, informándole de que el objeto constituía un peligro bajo sus pies.

El software del MAIM se ha probado con éxito en tres centros hospitalarios; en una de las ocasiones, en el marco de un proyecto de un año de duración realizado en el Departamento de Accidentes y Urgencias del Hospital Real Universitario de Liverpool. Las entrevistas con los pacientes duraron de cinco a quince minutos y se entrevistó a un promedio de dos pacientes por hora. Se registraron en total 2.500 accidentes. En la actualidad se prepara la publicación de trabajos basados en estos datos.

PRINCIPIOS DE LA PREVENCIÓN: EL PLANTEAMIENTO DE LA SANIDAD PÚBLICA RESPECTO A LA REDUCCIÓN DE LAS LESIONES EN EL LUGAR DE TRABAJO

Gordon S. Smith y Mark A. Veazie

El planteamiento de la sanidad pública respecto a la prevención de las lesiones profesionales se basa en el supuesto de que éstas constituyen un problema de salud y, como tal, puede optarse por su prevención o por la atenuación de sus consecuencias (Occupational Injury Prevention Panel 1992; Smith y Falk 1987; Waller 1985). Cuando un trabajador se cae de un andamio, el daño en los tejidos, la hemorragia interna, la conmoción y la muerte que siguen al percance constituyen, por definición, un proceso de enfermedad y, por la misma razón, una preocupación para los profesionales de la sanidad pública. Al igual que la malaria se define como una enfermedad cuyo agente causal es un protozoo específico, las lesiones representan una familia de trastornos provocados por la exposición a una determinada forma de energía (cinética, eléctrica, térmica, de radiación o química) (National Committee for Injury Prevention and Control 1989). El ahogamiento, la asfixia y la intoxicación se consideran asimismo lesiones porque representan una desviación relativamente rápida respecto a la norma estructural o funcional del cuerpo, al igual que el trauma agudo.

Como problema de salud, las lesiones representan la primera causa de muerte prematura (es decir, producida antes de los 65 años de edad) en la mayoría de los países (Smith y Falk 1987; Baker y cols. 1992; Smith y Barss 1991). En Estados Unidos, por ejemplo, las lesiones son la tercera causa más importante de muerte tras las enfermedades cardiovasculares y el cáncer, la primera causa de hospitalización de personas menores de 45 años y supusieron una carga económica de 158.000 millones de dólares en costes directos e indirectos en 1985 (Rice y cols. 1989). Una de cada tres lesiones no mortales y una de cada seis de las mortales en la población en edad de trabajar de Estados Unidos se producen en el puesto de trabajo (Baker y cols. 1992). En la mayoría de los países desarrollados se registran cifras semejantes (Smith y Barss 1991). En los países de renta media y baja, un ritmo de industrialización rápido y relativamente desregulado puede dar a lugar a una pandemia muy extendida de lesiones profesionales.

Modelos de la sanidad pública para el control de las lesiones

La práctica tradicional de la seguridad en el lugar de trabajo suele ocuparse sobre todo de reducir al mínimo los riesgos y las pérdidas en cada empresa. Los profesionales de la sanidad pública dedicados al control de las lesiones profesionales no sólo se interesan por centros de trabajo específicos, sino también por la mejora del estado de salud de la población en áreas geográficas que pueden verse expuestas a los riesgos asociados con numerosos sectores y profesiones. Algunos sucesos, como los fallecimientos en el lugar de trabajo, pueden ser poco habituales en una fábrica en concreto, pero el estudio del total de muertes ocurridas en una comunidad puede facilitar la determinación de las pautas de riesgo y la formulación de principios de prevención.

La mayoría de los modelos de práctica de la sanidad pública se basan en tres elementos: *a)* valoración, *b)* desarrollo de estrategias de prevención, y *c)* evaluación. La práctica suele tener un carácter interdisciplinario y basarse en la aplicación de la

ciencia de la epidemiología, que es el estudio de la distribución y los determinantes de las enfermedades y las lesiones en una población. Sus tres aplicaciones principales son: la vigilancia, la investigación etiológica y la evaluación.

La *vigilancia* es "la recogida, análisis e interpretación continuos y sistemáticos de datos sobre salud en el proceso de descripción y seguimiento de un suceso sanitario. La información se utiliza para planificar, aplicar y evaluar las intervenciones y los programas de sanidad pública" (CDC 1988).

La *investigación etiológica* permite comprobar las hipótesis referentes a los determinantes de las enfermedades y las lesiones mediante la utilización de estudios controlados, normalmente basados en la observación.

La *evaluación*, tanto en las ciencias sociales aplicadas como en la epidemiología, es "un proceso con el que se pretende determinar del modo más sistemático y objetivo posible la importancia, la eficacia y la repercusión de las actividades, teniendo en cuenta sus objetivos" (Last 1988). La evaluación epidemiológica suele exigir la utilización de diseños de estudio controlados para medir los efectos de una intervención en la existencia de sucesos relacionados con la salud en una población.

El modelo básico de práctica de la sanidad pública se describe como un ciclo de vigilancia epidemiológica, estudio de las causas, intervención (dirigida a las poblaciones de alto riesgo y específica de enfermedades graves) y evaluación epidemiológica. Entre las modificaciones importantes de este modelo figuran la asistencia primaria orientada a la comunidad (Tollman 1991), la educación sanitaria y la promoción de la salud basadas en la comunidad (Green y Kreuter 1991), el desarrollo de la sanidad comunitaria (Steckler y cols. 1993), la investigación de la acción participativa (Hugentobler, Israel y Schurman 1992) y otras formas de sanidad pública centradas en las comunidades que dependen de una mayor participación de éstas y de la población activa (no de los funcionarios públicos y los directivos de empresas) para definir problemas, elaborar soluciones y evaluar su eficacia. Las explotaciones familiares agrícolas, pesqueras y de caza, el trabajo por cuenta propia, muchas pequeñas empresas y las actividades económicas informales se ven influidos en gran medida por los sistemas familiares y comunitarios y se desarrollan fuera del contexto del sistema de gestión industrial. La práctica de la sanidad pública de orientación comunitaria constituye un planteamiento especialmente viable para ocuparse de la prevención de las lesiones profesionales en estas poblaciones.

Resultados de interés

El planteamiento de la sanidad pública respecto a la seguridad en el lugar de trabajo oscila entre el concepto de prevención de accidentes y un enfoque más amplio del control de lesiones, en el que los principales resultados de interés son la existencia y la gravedad de la lesión. Esta se define como un daño físico debido a la transferencia de energía. Una transferencia de energía mecánica puede provocar un trauma, como en los casos de una caída o un accidente de automóvil. La energía térmica, química, eléctrica o de radiación puede provocar quemaduras y otras lesiones (Robertson 1992). Para los profesionales de la sanidad pública no sólo es de interés la lesión en sí, sino también su gravedad y sus consecuencias a largo plazo. La gravedad puede medirse desde distintas perspectivas, como la anatómica (la cantidad y la naturaleza del daño tisular en las diversas zonas del cuerpo), la fisiológica (el grado de proximidad a la muerte del paciente, en función de sus signos vitales), la de la discapacidad, el deterioro de la calidad de vida y los costes directos e indirectos.

Para los epidemiólogos de las lesiones reviste una importancia considerable la gravedad anatómica, que suele medirse mediante la Calificación de lesiones abreviada y la Escala de

gravedad de lesiones (MacKenzie, Steinwachs y Shankar 1989). Son medidas que permiten predecir la supervivencia y constituyen un útil indicador de la energía transferida en los sucesos graves, pero no son lo bastante sensibles para distinguir entre niveles de gravedad en los casos de lesiones de menor consideración relativa, pero de muy superior frecuencia, como los esguinces y las torceduras.

Entre las medidas de la gravedad menos útiles, pero más comunes se encuentran los días de baja en el trabajo por lesión. Desde un punto de vista epidemiológico, los días de trabajo perdidos suelen resultar difíciles de interpretar, ya que dependen de una combinación desconocida de discapacidad, demandas del puesto de trabajo, disponibilidad de trabajo alternativo más ligero, políticas aplicadas en el lugar de trabajo, como la concesión de baja laboral por enfermedad, criterios de calificación de las discapacidades y diferencias individuales en cuanto a tolerancia del dolor, la disposición para trabajar a pesar de éste y, posiblemente, los mismos factores que motivan la asistencia al trabajo. Es necesario seguir investigando para desarrollar y validar medidas de la gravedad de las lesiones profesionales más fáciles de interpretar y, en concreto, escalas anatómicas y de discapacidad y medidas del deterioro en las distintas dimensiones de la calidad de vida.

A diferencia de la práctica tradicional en materia de seguridad, la comunidad de la sanidad pública no limita su interés a las lesiones involuntarias ("accidentales") y a los acontecimientos que las originan. Al examinar las causas específicas de muerte en el lugar de trabajo, se observó que, por ejemplo, en Estados Unidos, el homicidio (lesión voluntaria) es la principal causa de muerte en el trabajo en el caso de las mujeres y la tercera más importante en el de los hombres (Baker y cols. 1992; Jenkins y cols. 1993). Son sucesos muy poco habituales en los lugares de trabajo y, por tanto, a menudo se olvida su importancia, como se olvida también que las lesiones en vehículos de motor constituyen la causa principal de fallecimiento en el puesto de trabajo (Figura 56.16). Si se tienen en cuenta estos datos extraídos de la vigilancia, las lesiones y las muertes debidas a la violencia en el lugar de trabajo y a los accidentes con vehículos de motor son prioridades en el planteamiento de la sanidad pública respecto a la prevención de lesiones profesionales en Estados Unidos.

Valoración en la sanidad pública

La valoración en la sanidad pública constituye un esfuerzo interdisciplinario en el que intervienen la vigilancia, la investigación etiológica y la valoración de necesidades comunitarias y organizativas. El objetivo de la vigilancia de las lesiones es la identificación de las poblaciones de alto riesgo, la determinación de las lesiones con una repercusión significativa en la salud pública, la detección y el seguimiento de las tendencias y la formulación de hipótesis. Los programas de vigilancia pueden recopilar datos sobre las lesiones mortales o no, los incidentes que pueden provocar lesiones y la exposición a los riesgos. Entre las fuentes de información para la vigilancia de las lesiones profesionales figuran los proveedores de asistencia sanitaria (hospitales y médicos), los certificados de defunción, los informes de médicos forenses, los informes empresariales remitidos a los departamentos de trabajo o sanidad, las agencias encargadas de las indemnizaciones por accidente de trabajo, las encuestas periódicas de empresas y hogares y los registros corporativos. Muchos de estos informes y registros son exigidos por la legislación, pero a menudo ofrecen una información incompleta debido a la falta de cobertura de la totalidad de los trabajadores, los incentivos a la presentación deficiente de informes y la escasa especificidad de los datos sobre lesiones.

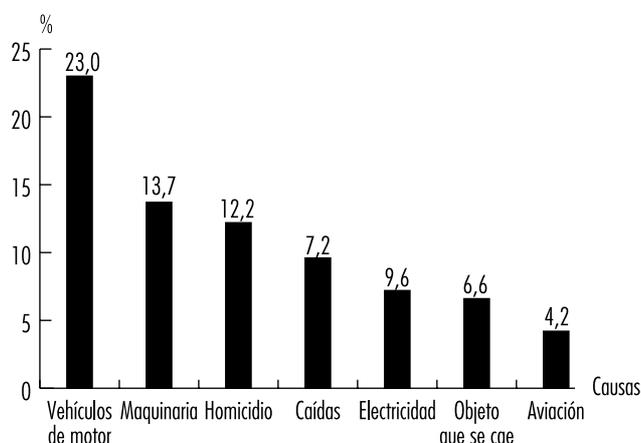
En las investigaciones pormenorizadas de incidentes concretos se emplean diversos enfoques que permiten la utilización de opiniones cualificadas para extraer conclusiones sobre

las causas del suceso y el modo en que podría haberse evitado (Ferry 1988). La acción preventiva suele adoptarse en función de los resultados de incidentes específicos. En cambio, la vigilancia basada en índices generales tiene mayor significación que un incidente aislado. De hecho, parte de la información extraída de investigaciones de accidentes tradicionales puede caracterizarse por una limitada interpretación epidemiológica cuando se agrega para elaborar estadísticas. Por ejemplo, la investigación de accidentes conforme a las directrices de Heinrich (1959) suele generar estadísticas que indican que más de un 80 % de las lesiones profesionales se deben exclusivamente a los actos inseguros. Desde un punto de vista epidemiológico, estas estadísticas son difíciles de interpretar, excepto como una encuesta de juicios de valor y rara vez se tienen en cuenta en la vigilancia basada en índices generales. Otros muchos factores de riesgo, como el trabajo por turnos, el estrés en el trabajo, los entornos de trabajo de diseño deficiente, etc., no suelen figurar en los formularios de investigación y, por tanto, no se consideran al examinar las estadísticas sobre causas de lesión.

Uno de los fines primordiales de la vigilancia es la determinación de grupos de alto riesgo para orientar adecuadamente la investigación y la prevención. Las lesiones, al igual que las enfermedades infecciosas y crónicas, presentan pautas de riesgo diferenciadas, que varían en función de la edad, el sexo, la raza, la región geográfica, el sector y la profesión (Baker y cols. 1992). Por ejemplo, en Estados Unidos en el decenio de 1980, la vigilancia emprendida por el National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) puso de relieve la existencia de los siguientes grupos de alto riesgo en cuenta a la mortalidad provocada por lesiones profesionales: varones; trabajadores de edad avanzada, personas de raza negra, trabajadores en los estados rurales del oeste, actividades relacionadas con el transporte y el traslado de materiales, actividades agrícolas, silvícolas y pesqueras y personal no cualificado (Jenkins y cols. 1993). Otro aspecto importante de la vigilancia es la determinación de los tipos de lesiones que se producen con mayor frecuencia y gravedad, como las principales causas externas de muerte por lesión relacionada con el trabajo en Estados Unidos (véase la Figura 56.16). A escala empresarial, problemas como el homicidio y las muertes en accidentes con vehículos de motor son sucesos poco habituales y, por tanto, no suelen abordarse en numerosos programas de seguridad tradicionales. Con todo, en los datos de vigilancia nacional, éstos sucesos figuran entre las tres causas principales de fallecimiento por lesión profesional. La valoración de la repercusión de las lesiones no mortales exige la utilización de medidas de la gravedad para obtener interpretaciones significativas. Por ejemplo, las lesiones de espalda constituyen una causa habitual de pérdida de jornadas de trabajo, pero rara vez obligan a la hospitalización.

Los datos de vigilancia aislados no facilitan una valoración completa en la tradición de la sanidad pública. Sobre todo en la práctica de la salud pública de orientación comunitaria, la valoración de necesidades y el diagnóstico comunitario en los que se utilizan encuestas, grupos focales y otras técnicas, son acciones significativas para establecer qué problemas consideran importantes los trabajadores o las comunidades, cuáles son las actitudes, las intenciones y las restricciones generalizadas respecto a la adopción de medidas preventivas y cómo funciona en realidad una organización o una comunidad. Por ejemplo, un programa de seguridad agraria de base comunitaria podría exigir que se determine si los agricultores consideran un problema esencial que los tractores vuelquen, qué limitaciones económicas o temporales pueden impedir la instalación de estructuras de protección y quiénes deben encargarse de la aplicación de la estrategia de intervención (p. ej., una asociación sindical, una

Figura 56.16 • Causas principales de muerte por lesión profesional, Estados Unidos 1980 -1989.



Fuente: Jenkins y cols. 1993.

organización juvenil, una organización de esposas de agricultores). Además del diagnóstico de la comunidad, en la valoración de las necesidades de una organización se determina la capacidad, la carga de trabajo y las restricciones de ésta para aplicar plenamente los programas de prevención preexistentes, como las actividades de ejecución de un departamento público de trabajo (o sanidad) o el departamento de seguridad de una gran empresa.

La investigación de la etiología o la causalidad de los incidentes de pérdida y las lesiones es otra fase en el planteamiento de la sanidad pública respecto al control de las lesiones profesionales. Se trata de estudios de las enfermedades laborales que han servido de base para el desarrollo de programas destinados al control de las mismas en el lugar de trabajo. La investigación etiológica requiere la aplicación de la epidemiología para establecer los factores de riesgo de lesión. Asimismo, exige la intervención de otras ciencias sociales aplicadas para identificar los determinantes de los comportamientos organizativos e individuales que dan lugar a la existencia de condiciones inseguras. Con la investigación epidemiológica se pretende detectar los factores de riesgo modificables mediante la utilización de diseños de estudio controlados normalmente basados en la observación, como los estudios de caso-control, de cohortes, de panel de especialistas y transversales. Como ocurre con los estudios epidemiológicos de otros sucesos de salud agudos (p. ej., ataques de asma, paradas cardíacas repentinas), la investigación etiológica de las lesiones se enfrenta al reto que plantea la necesidad de examinar acontecimientos infrecuentes o recurrentes influidos en gran medida por las exposiciones eventuales que se producen inmediatamente antes del suceso (p. ej., distracción por el ruido de un impacto) y por los elementos sociales y del comportamiento que resultan difíciles de medir (p. ej., ambiente de seguridad, tensión en el puesto de trabajo) (Veazie y cols. 1994). Recientemente se han desarrollado métodos epidemiológicos y estadísticos para adaptar el estudio de estos tipos de sucesos de salud.

Los estudios epidemiológicos que se ocupan de la existencia de lesiones son caros y no siempre necesarios. No hace falta un estudio epidemiológico controlado para documentar la repercusión de la ausencia de un mecanismo de protección en las amputaciones debidas a un equipo concreto; bastaría con algunos estudios de caso. Del mismo modo, si un comportamiento

individual fácilmente mensurable, como la no utilización del cinturón de seguridad, es un factor de riesgo conocido, los trabajos de investigación que se ocupan de los determinantes de este comportamiento y del modo de mejorar las tasas de utilización, son más útiles que el examen de las lesiones resultantes. En todo caso, los estudios epidemiológicos controlados de las lesiones y su gravedad son necesarios para comprender la diversidad de mecanismos causales responsables de las deficiencias de la actuación de las personas y la tecnología, cuya medición es compleja. Por ejemplo, es poco probable que el efecto de la exposición al ruido o el trabajo por turnos sobre el riesgo y la gravedad de las lesiones pueda cuantificarse mediante estudios de caso o de comportamientos de fácil medición.

En una reciente revisión de estudios sobre factores de riesgo de las lesiones profesionales se puso de relieve que la edad, la categoría profesional, las características o deficiencias físicas y la experiencia en el puesto de trabajo o en el desempeño de la tarea eran las variables humanas analizadas más habitualmente (Veazie y cols. 1994). El trabajo por turnos y la programación de actividades eran las variables relacionadas con el contenido del puesto de trabajo objeto de mayor atención en los estudios, mientras que el entorno de trabajo era la menos abordada. La mayoría de los factores estaban relacionados con características del diseño o con riesgos materiales declarados. En algunos estudios se examinaban los factores asociados a la organización y el entorno social. En otros se evaluaban las causas de estrés físico, como el calor y la exposición al ruido, como factores de riesgo de lesión. Muchos de esos estudios se caracterizaban por una escasa calidad metodológica y pocos se repitieron en poblaciones diferentes. Por tanto, se sabe poco de los factores de riesgo de lesión en el trabajo, salvo en lo que se refiere a las causas inmediatas más obvias. Las investigaciones que se emprendan en el futuro pueden beneficiarse del examen de la repercusión sobre las tasas de lesión de los factores de riesgo considerados por la teoría de los factores humanos, la ergonomía, el estrés en el trabajo y el comportamiento organizativo. Aquí pueden incluirse el diseño y la programación de tareas y actividades, los factores psicosociales (como el control de los trabajadores, el apoyo social, las demandas psicológicas) y la estructura y el cambio organizativos (p. ej., la mejora continua de la calidad y el compromiso de la dirección con la seguridad).

El planteamiento de la sanidad pública integra asimismo la epidemiología de las lesiones con las ciencias del comportamiento aplicadas (sobre todo, la promoción de la salud, el comportamiento en relación con la salud y la investigación en materia de política sanitaria), con el fin de determinar las razones ambientales modificables de los comportamientos peligrosos de los trabajadores y, lo que es más importante, de los comportamientos de las empresas y los directivos que dan lugar a la generación y el mantenimiento de los riesgos. En las grandes organizaciones, este esfuerzo debe acompañarse de la investigación en el campo del comportamiento organizativo y la psicología industrial. De este modo, la fase de valoración en el planteamiento de la sanidad pública comprende la vigilancia epidemiológica, la realización de investigaciones pormenorizadas, la valoración de las necesidades comunitarias y organizativas y los estudios etiológicos basados en la utilización de la epidemiología y las ciencias del comportamiento aplicadas.

Estrategias de prevención

Varios principios rigen la selección y la aplicación de las medidas de prevención en el planteamiento de la sanidad pública respecto al control de lesiones. Son los siguientes:

(1) *La importancia de basar las medidas de prevención en la valoración y la evaluación previas.* En el primer principio se reconoce la importancia de seleccionar intervenciones concebidas para tener una

gran repercusión en el estado de salud de la comunidad, y cuya aplicación tiene muchas probabilidades de ser eficaz. Así, aumenta la posibilidad de que las intervenciones elegidas en función de una fase de valoración exhaustiva, y no únicamente del sentido común, sean eficaces. Las intervenciones cuya eficacia se ha comprobado en el pasado son aún más prometedoras. Por desgracia, son muy pocas las intervenciones relacionadas con las lesiones profesionales que han sido evaluadas científicamente (Goldenhar y Schulte 1994)

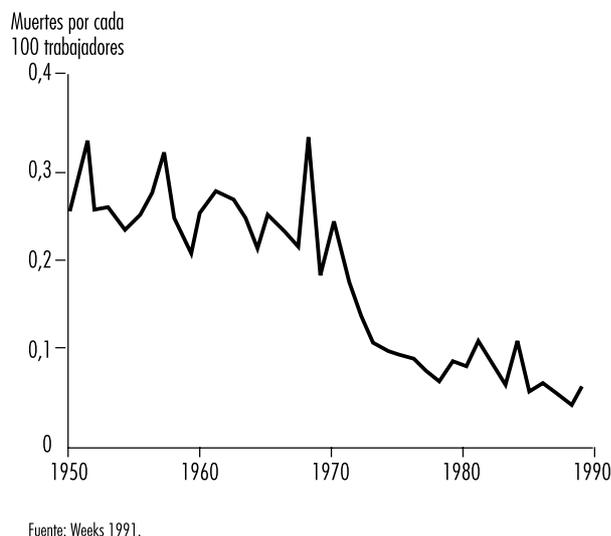
(2) *La importancia relativa de las medidas de control que protegen automáticamente al trabajador.* Con el segundo principio se hace hincapié en la continuidad entre la protección activa y la pasiva. La primera exige una acción individual repetitiva constante; la segunda ofrece una protección relativamente automática. Por ejemplo, los cinturones de seguridad requieren una acción individual para iniciar la protección cada vez que alguien entre en un vehículo. Por el contrario, un "airbag" ofrece protección a los ocupantes de un vehículo sin necesidad de efectuar ninguna acción: lo hace de forma automática. Las intervenciones activas obligan a modificar y a mantener el cambio de comportamiento individual, lo que ha constituido hasta la fecha la estrategia de prevención de lesiones menos eficaz. Coincide con la tradicional jerarquía de controles en materia de seguridad en el trabajo, en la que se subraya la importancia de los controles técnicos respecto de los administrativos, del equipo de protección individual y de la formación.

(3) *La importancia de la modificación del comportamiento frente a la educación.* Con el tercer principio se reconoce la importancia de la modificación del comportamiento y la imposibilidad de eliminar todos los riesgos del entorno en la fase de fabricación. La modificación del comportamiento de empresas, directivos y trabajadores es esencial, no sólo para la instalación y el mantenimiento de la protección pasiva, sino también para la mayoría de las restantes estrategias de control de las lesiones profesionales. Otro aspecto importante de este principio es que la instrucción teórica, los carteles, los folletos y otras formas de educación que se limitan a buscar la ampliación de conocimientos suelen tener un efecto escaso sobre el comportamiento cuando se utilizan de forma aislada. La mayoría de las teorías del comportamiento relacionado con la salud aplicadas a la promoción de ésta se ocupan de los diversos factores que motivan un cambio de comportamiento, en lugar de atender a la sensibilización sobre un riesgo físico o un comportamiento seguro. Por ejemplo, en el Modelo de creencia de salud se hace hincapié en que el comportamiento relativo a la autoprotección está influido en gran medida por la percepción del riesgo, de la gravedad y de las ventajas y dificultades asociadas a la adopción de acciones de protección (Green y Kreuter 1991).

Aunque los mensajes educativos creíbles pueden alterar algunas de estas percepciones, en ocasiones, el mejor modo de modificarlas consiste en cambiar el entorno físico y social. Un planteamiento de posible eficacia respecto a la modificación del comportamiento es el basado en la remodelación de los equipos y el entorno físico, con el fin de lograr que el comportamiento seguro sea más fácil, rápido, cómodo y apreciado socialmente que el inseguro. Si la disposición del equipamiento mecánico en una fábrica se ha diseñado para que el desplazamiento a través de zonas peligrosas resulte difícil e innecesario, este tipo de comportamiento inseguro se reducirá. Igualmente, si los cascos se diseñan pensando en la comodidad y en la mejora de la imagen social de los trabajadores de la construcción, podrán utilizarse más a menudo.

El entorno social también puede modificarse para cambiar el comportamiento. Por ejemplo, la legislación y su aplicación forman parte de otra estrategia de gran alcance para la prevención de lesiones que permite transformar el comportamiento y

Figura 56.17 • Los efectos de las disposiciones sobre la minería del carbón en las tasas de mortalidad del sector, Estados Unidos 1950-1990.



va más allá de la mera actividad educativa. Las normas relativas al cinturón de seguridad y las que exigen la utilización de asientos de seguridad para niños, por ejemplo, han reducido drásticamente las muertes por accidente con vehículo de motor en Estados Unidos. No obstante, no se ha descrito con tanta precisión el efecto de la legislación y su aplicación sobre la seguridad en el trabajo. Una excepción notable es el descenso acusado, inequívoco y documentado en las muertes en la minería de Estados Unidos que siguió a la aplicación de la Ley federal de salud y seguridad en la minería del carbón, de 1969 (Figura 56.17). En cualquier caso, los recursos y las capacidades administrativas dedicadas al mantenimiento de la seguridad en las minas son muy superiores a las que disponen la mayoría de organismos (Weeks 1991).

La formación para la seguridad en el trabajo bien diseñada suele exigir la modificación del entorno social mediante la consideración de procesos de configuración de funciones, de incentivos y de retroinformación sobre las actuaciones en materia de seguridad (Johnston, Cattledge y Collins 1994). Otro concepto de formación, la educación laboral, representa una alteración del entorno social (Wallerstein y Baker 1994). Capacita a los trabajadores para reconocer los riesgos y modificar el comportamiento de sus superiores, con el fin de reducir dichos riesgos. Aunque, normalmente, la educación por sí sola no basta, suele ser un componente necesario de todo programa de prevención de lesiones (Gielen 1992). La educación de los directivos y los trabajadores es una parte ineludible de la aplicación de este tipo de programas. Asimismo, la educación de los legisladores, de los responsables de la formulación de políticas, de los proveedores de asistencia sanitaria y de otros agentes es importante para emprender y mantener iniciativas de prevención de lesiones de ámbito comunitario. De hecho, en las intervenciones con más probabilidades de tener éxito en la práctica, se utiliza un enfoque de múltiples facetas en el que se combinan las modificaciones ambientales con el cambio de las políticas y la educación (National Committee for Injury Prevention and Control 1989).

(4) *Consideración sistemática de todas las opciones disponibles, incluidas las que reducen no sólo la existencia de lesiones, sino también su gravedad y sus consecuencias a largo plazo.* De acuerdo con el cuarto principio,

en el proceso de elección de intervenciones debe considerarse sistemáticamente un amplio conjunto de opciones. La selección de medidas de compensación no debe determinarse en función de la importancia relativa de los factores causales o de su aparición precoz en la secuencia de sucesos; en cambio, la prioridad ha de concederse a aquéllas que reduzcan las lesiones con mayor eficacia. Haddon (1972) propuso un sistema útil para considerar sistemáticamente las opciones de control de lesiones. La matriz de Haddon pone de relieve que las intervenciones destinadas a personas, los vehículos que pueden transferir energía perjudicial (p. ej., automóviles, maquinaria), o el entorno físico o psicosocial pueden actuar para controlar las lesiones en las fases de desarrollo del suceso y previa y posterior a éste. En la Tabla 56.2 se muestra la aplicación de la matriz de Haddon a la prevención de lesiones por accidente con vehículos de motor, que constituyen la principal causa de muerte por lesión profesional en muchos países.

Las intervenciones tradicionales en materia de seguridad en el trabajo suelen hacerse en la fase anterior al suceso, con el fin de impedir el inicio de un incidente que pueda causar lesión (es decir, un accidente). Las intervenciones en la fase de desarrollo del suceso, como la fabricación de vehículos con mayor resistencia estructural a los impactos o la utilización de cuerdas de seguridad al trabajar en alturas, no evitan los accidentes, pero minimizan la probabilidad y la gravedad de la lesión. Tras la conclusión del suceso (los vehículos en un choque han dejado de moverse o el trabajador ha dejado de caer), las intervenciones posteriores, como los primeros auxilios y el transporte urgente a una unidad de asistencia quirúrgica tratan de reducir en la medida de lo posible las consecuencias de la lesión para la salud (es decir, la probabilidad de fallecimiento o discapacidad de larga duración).

En el planteamiento de la sanidad pública, es importante evitar el bloqueo en una fase de la matriz. Puesto que las lesiones se deben a múltiples factores causales, las estrategias de prevención deben abordar tantas fases y aspectos de las mismas como sea posible (aunque no necesariamente todos).

Tabla 56.2 • La matriz de Haddon aplicada a las lesiones por accidente con vehículo de motor.

| Fases | Factores | | |
|-----------------------|---|--|---|
| | Humanos | Vehículos y equipos | Medio ambiente |
| Previa al suceso | Educación a la población en la utilización de cinturones de seguridad y dispositivos de protección para niños | Frenos y neumáticos de seguridad | Mejora del diseño de las carreteras; restricción de la publicidad del alcohol y de la disponibilidad de éste en las gasolineras |
| Desarrollo del suceso | Prevención de la osteoporosis para reducir la probabilidad de fractura | "Airbags" y diseño del vehículo a prueba de choques | Postes indicativos de desviación y barreras para evitar la salida de la calzada |
| Posterior al suceso | Tratamiento de la hemofilia y otras afecciones que dificultan la curación | Diseño seguro de los tanques de combustible para impedir su rotura y los incendios | Asistencia médica de emergencia y rehabilitación adecuadas |

Fuente: National Committee for Injury Prevention and Control 1989.

Por ejemplo, en la matriz de Haddon se subraya que el control de las lesiones no se limita a la prevención de accidentes. De hecho, muchas de las estrategias de control más eficaces no impiden éstos, ni las lesiones, pero pueden reducir considerablemente su gravedad. Los cinturones de seguridad y los "airbags" en los automóviles, los cascos de seguridad, las protecciones contra caídas en la construcción, las estructuras de protección en caso de vuelco del vehículo en la agricultura y las fuentes para el lavado de ojos en caso de emergencia en los laboratorios son algunos de los ejemplos de estrategias aplicadas en la fase de desarrollo del suceso que no evitan que ocurra el accidente. Lo que hacen es reducir la gravedad de las lesiones que éste pueda provocar una vez iniciado. Incluso después de que se haya producido el daño anatómico, es mucho lo que puede hacerse para reducir el riesgo de muerte y discapacidad de larga duración. En Estados Unidos se ha estimado que muchas de las muertes por grandes traumas podrían evitarse mediante la aplicación de sistemas que reduzcan al mínimo el período de tiempo transcurrido desde que se produce la lesión hasta la administración de la asistencia quirúrgica definitiva. Este marco de mayor amplitud se denomina *control de lesiones* y trasciende a la prevención de accidentes tradicional. Una frase utilizada habitualmente para ilustrar esta cuestión es: "Las lesiones no son un accidente". Pueden predecirse y es posible controlar su repercusión en la sociedad.

Otro instrumento que suele emplearse para considerar sistemáticamente las opciones de control de lesiones es el de las Diez estrategias de prevención de Haddon (Haddon 1973).

Tabla 56.3 • Las diez estrategias de prevención de Haddon aplicadas a las lesiones debidas a caídas en el sector de la construcción.

| Estrategia de prevención | Intervención (y notas relevantes) |
|--|---|
| Prevenir la creación del peligro. | No construir edificios, (en general no es una opción práctica) |
| Reducir el grado de peligro creado. | Situar la altura del proyecto de construcción por debajo de los niveles que puedan provocar la muerte; normalmente no es práctica, pero puede ser posible en algunas zonas de trabajo |
| Impedir la materialización del peligro. | Instalar superficies antideslizantes en los techos y otras superficies en altura. |
| Modificar la tasa de materialización del peligro en su origen. | Utilizar cuerdas y redes de seguridad |
| Alejar el peligro del trabajador en el tiempo y en el espacio. | No programar un tráfico a pie innecesario cerca de los riesgos de caída hasta que éstos se hayan controlado. |
| Separar el peligro del trabajador mediante la colocación de barreras físicas. | Instalar barandillas en superficies elevadas. |
| Modificar las características básicas del peligro. | Eliminar los salientes afilados o protuberantes en la superficie del suelo donde los trabajadores puedan caer; práctica sólo para bajas alturas |
| Lograr que el trabajador esté lo más preparado posible para resistir las lesiones. | Exigir, por ejemplo, la utilización de cascos de seguridad. |
| Comenzar a contrarrestar el daño producido por el peligro. | Aplicar los primeros auxilios. |
| Estabilizar, tratar, y rehabilitar al trabajador. | Elaborar un sistema de atención de los traumas por regiones; garantizar una rehabilitación y una readaptación profesional eficaces. |

En la Tabla 56.3 se muestra su modo de aplicación para controlar las lesiones debidas a las caídas en el sector de la construcción. Como puede observarse, no todas las estrategias son aplicables a determinados problemas.

(5) *Participación de la comunidad, los trabajadores y los directivos.* El quinto principio se refiere a la importancia de contar con la participación de la población objetivo (comunidades, trabajadores, directivos) en la elección y la aplicación de las estrategias de intervención. El coste, la viabilidad, la conveniencia y la aceptabilidad pueden ser barreras al desarrollo de estrategias de prevención eficaces (Schelp 1988).

La evaluación en la sanidad pública

La evaluación, tanto en las ciencias sociales aplicadas, como en la epidemiología, es "un proceso con el que se pretende determinar de la forma más sistemática y objetiva posible la importancia, la eficacia y la repercusión de las actividades, teniendo en cuenta sus objetivos" (Last 1988). La evaluación es un componente esencial de la práctica de la sanidad pública. Se realiza a dos niveles. El primero depende de los sistemas de vigilancia para determinar si una comunidad ha satisfecho sus objetivos de reducción de enfermedades y lesiones, sin intentar establecer la causa de los cambios. Por ejemplo, los organismos de la Administración federal, estatal y local de Estados Unidos se han fijado unos objetivos para el año 2000. Uno de ellos es reducir las lesiones relacionadas con el trabajo que exigen tratamiento médico y dan lugar a una pérdida de jornadas de trabajo o a la restricción de la actividad laboral, hasta alcanzar una proporción no superior a 6 casos por cada 100 trabajadores a tiempo completo por año. El avance en la consecución de estos fines será objeto de seguimiento por parte de los sistemas nacionales de vigilancia existentes.

El segundo nivel de evaluación se centra en la determinación de la eficacia de las políticas, los programas y las intervenciones específicas. En teoría, este objetivo exige la aplicación de diseños de estudio controlados experimentales o cuasiexperimentales. Por ejemplo, Mohr y Clemmer (1989) llevaron a cabo un estudio de series temporales sobre los índices de lesión en las plataformas petrolíferas móviles en alta mar que optaron por incorporar una nueva tecnología que ayudara a los trabajadores a conectar los tubos de perforación, y compararon esos índices con los registrados en las plataformas que no habían adoptado esta medida. Aunque las tasas de lesión ya se estaban reduciendo en el período de instalación de los nuevos equipos, los autores atribuyeron a la utilización del nuevo equipo de seguridad una reducción de 6 lesiones por cada 100 trabajadores al año, y demostraron que el ahorro debido a la prevención de lesiones permitió la plena recuperación del capital invertido y los costes de instalación en un período de 5,7 años. Por desgracia, este tipo de evaluación científica de programas e intervenciones en materia de salud y seguridad en el trabajo no es habitual y suele padecer deficiencias metodológicas (Goldenhar y Schulte 1994).

Resumen

El programa antes mencionado es una buena muestra de los diversos componentes que forman parte del planteamiento de la sanidad pública respecto a la reducción de lesiones en el lugar de trabajo. La valoración del problema y la creación de un sistema de vigilancia continuo constituían una parte esencial de éste y de otros estudios anteriores sobre lesiones en plataformas petrolíferas realizados por estos autores. A la formulación posterior de una estrategia de prevención técnica sencilla le siguió la aplicación de una estrategia de evaluación rigurosa, que incluía la evaluación del ahorro de costes. Son estudios sobre los que se ha fundado el planteamiento de la sanidad pública respecto a la prevención de otras enfermedades profesionales. En el futuro, la integración de

la prevención de lesiones profesionales en las fases de valoración, intervención y evaluación de la práctica de la sanidad pública puede representar un paso importante hacia la consecución de una protección y una promoción de la salud más eficaces en las comunidades.

● PRINCIPIOS TEORICOS DE LA SEGURIDAD EN EL TRABAJO

Reinald Skiba

En el presente artículo se abordan los principios teóricos de la seguridad en el trabajo y los principios generales de la prevención de accidentes. No se incluyen las enfermedades relacionadas con el trabajo que, aunque están relacionadas con la cuestión tratada, son diferentes en muchos aspectos.

Teoría de la seguridad en el trabajo

La seguridad en el trabajo está vinculada a la interrelación entre las personas y la actividad laboral; a los materiales, a los equipos y la maquinaria; al medio ambiente y a los aspectos económicos como la productividad. En teoría, el trabajo debe ser sano, no dañino y no exageradamente difícil. Por razones económicas, debe procurarse un nivel de productividad tan alto como sea posible.

La seguridad en el trabajo debe comenzar en la fase de planificación y continuar a lo largo de las distintas etapas productivas. En consecuencia, sus requisitos deben establecerse antes del inicio de la actividad y ser aplicados en todo el ciclo de trabajo, de forma que los resultados puedan valorarse a efectos de asegurar la retroinformación, entre otras razones. Asimismo debe considerarse durante la planificación la responsabilidad de la supervisión para mantener la salud y la seguridad de los participantes en el proceso productivo. En el proceso de fabricación hay una interacción entre las personas y los objetos. (El término *objeto* se utiliza en un sentido amplio, tal y como se aplica en la designación tradicional de "sistema de personas-(máquinas)-entorno". No sólo se refiere a los instrumentos técnicos de trabajo, las máquinas y los materiales, sino también a todos los elementos del entorno, como suelos, escaleras, corriente eléctrica, gas, polvo, ambiente, etc.)

Relaciones entre el trabajador y el trabajo

A continuación se exponen las tres relaciones posibles en el proceso de fabricación, que indican el modo en que los incidentes que provocan lesiones personales (sobre todo, los accidentes) y las condiciones de trabajo perjudiciales son efectos involuntarios de la combinación de las personas y el medio ambiente de trabajo objetivo para la producción.

1. *La relación entre el trabajador y el medio ambiente de trabajo objetivo es óptima.* Es una situación equivalente al bienestar, la seguridad en el puesto y la aplicación de métodos de ahorro de trabajo para los trabajadores, así como a la fiabilidad de las partes objetivas del sistema, como las máquinas. Además, significa la inexistencia de defectos, accidentes, incidentes, cuasierroros (posibles incidentes) y lesiones. El resultado es una mejora de la productividad.
2. *El trabajador y el entorno de trabajo objetivo son incompatibles.* Esta situación puede deberse a una falta de cualificación de la persona, a la inadecuación del equipo o los materiales a la actividad o a una organización deficiente de la operación. En consecuencia, el trabajador sufre involuntariamente un exceso de trabajo o es infrutilizado. Las partes objetivas del

sistema, como las máquinas, pueden llegar a ser poco fiables. Son factores que crean condiciones de inseguridad y peligros que pueden dar lugar a cuasierroros (cuasiaccidentes) y a incidentes de menor importancia, con el resultado de retrasos en el flujo productivo y la reducción de la producción.

3. *La relación entre el trabajador y el entorno de trabajo objetivo se encuentra completamente distorsionada,* lo que provoca una alteración con el resultado de daños, lesiones personales e interrupción de la producción. La relación alude específicamente a la cuestión de la seguridad en el trabajo en el sentido de evitar accidentes.

Principios de seguridad en el lugar de trabajo

Puesto que, obviamente, las cuestiones de la prevención de accidentes no pueden resolverse de forma aislada, sino únicamente en el contexto de su relación con la producción y el entorno de trabajo, pueden deducirse los siguientes principios de prevención de accidentes:

1. La prevención de accidentes debe incorporarse a la planificación de la producción con el objetivo de evitar las disfunciones.
2. El objetivo último es lograr un flujo productivo tan exento de obstáculos como sea posible. Su consecución no sólo mejora la fiabilidad y contribuye a la eliminación de defectos, sino que también favorece el bienestar de los trabajadores, los métodos de ahorro de trabajo y la seguridad en el trabajo.

A continuación se refieren algunas de las prácticas utilizadas habitualmente en el lugar de trabajo para lograr la seguridad, y que son necesarias para lograr que no haya disfunciones en la producción:

- Los trabajadores y los supervisores deben estar informados y ser conscientes de los peligros y los posibles riesgos (p. ej., mediante la educación).
- Los trabajadores deben estar motivados para actuar de forma segura (modificación del comportamiento).
- Los trabajadores deben ser capaces de actuar de modo seguro. Y ello se logra mediante los procedimientos de certificación, la formación y la educación.
- El entorno de trabajo personal ha de ser seguro y sano mediante la utilización de controles administrativos y técnicos, la sustitución de materiales y condiciones por otros menos peligrosos y la utilización de equipos de protección individual.
- El equipo, la maquinaria y los objetos deben funcionar de manera segura conforme a su uso previsto, con controles de funcionamiento diseñados para las capacidades humanas.
- Debe prevverse la adopción de medidas de urgencia adecuadas con el fin de atenuar las consecuencias de los accidentes, los incidentes y las lesiones.

Los principios siguientes son importantes para comprender el modo en que se relacionan los conceptos de la prevención de accidentes con la producción sin disfunciones:

1. En ocasiones, la prevención de accidentes se considera una carga social en lugar de una parte fundamental de las acciones encaminadas a evitar las disfunciones. La prevención de éstas es un factor de motivación mejor que la de accidentes, ya que de la primera se espera que dé lugar a una mejora de la producción.
2. Las medidas destinadas a garantizar la seguridad en el lugar de trabajo deben combinarse con las utilizadas para procurar una producción sin disfunciones. Por ejemplo, las instrucciones relativas a los riesgos deben formar parte de las directrices generales que rigen el flujo productivo en el lugar de trabajo.

Teoría de los accidentes

Un accidente (incluidos los que conllevan lesión) es un suceso repentino y no deseado, provocado por un factor externo, que causa daños a las personas y que resulta de la interacción entre éstas y los objetos.

A menudo, la utilización del término *accidente* en el lugar de trabajo se vincula a la lesión personal. Cuando es una máquina la que resulta dañada, suele denominarse alteración o daño, pero no accidente. El daño al medio ambiente suele denominarse incidente. Los accidentes, los incidentes y las disfunciones que no dan lugar a una lesión o un daño se conocen como "cuasiaccidentes" o "cuasierrores". Por tanto, aunque pueda considerarse apropiado referirse a los accidentes como casos de lesión de los trabajadores y definir los términos *incidente*, *disfunción* y *daño* por separado, ya que se aplican a objetos y al medio ambiente, en el contexto del presente artículo, se denominará a todos ellos accidentes.

En el modelo conceptual para el término *accidente* se indica que los accidentes en el lugar de trabajo se deben a la interacción entre trabajadores y objetos a través de la liberación de energía. Un accidente puede ser causa de las características de la víctima (p. ej., incapacidad para desempeñar su trabajo con seguridad) o del objeto (p. ej., inseguridad o inadecuación del equipo). Asimismo, la causa puede ser la acción de otro trabajador (quien ha facilitado una información errónea), de un supervisor (quien ha dado instrucciones de trabajo incompletas) o de un formador (quien ha prestado una formación incompleta o incorrecta). En lo que respecta a la prevención de accidentes, puede deducirse lo siguiente:

Suponiendo que los trabajadores, así como su medio ambiente objetivo, pueden ser portadores de riesgos o peligros, la prevención de accidentes consistirá básicamente en la eliminación de éstos y en atenuar sus consecuencias manteniendo a los portadores alejados de los mismos o minimizando los efectos de la energía.

Riesgos y peligros potenciales

Aunque un objeto constituya un riesgo o un peligro, si éste y el trabajador se encuentran tan alejados entre sí que no pueden entrar en contacto, el accidente es imposible. Así, si el objeto plantea un peligro potencial (p. ej., una carga suspendida trasladada por una grúa), éste no podrá causar una lesión si no hay personas en la zona donde cabe la posibilidad de que caiga la carga. Sólo cuando un trabajador entra en dicha zona surge el peligro real, porque la interacción entre el trabajador y el objeto es posible. Debe tenerse en cuenta que un objeto puede poner en peligro a otros objetos, como en el caso de un vehículo aparcado bajo la carga sostenida por una grúa. El *riesgo*, como medio de cuantificar el peligro, es el producto de la frecuencia y el alcance del daño previstos. El *riesgo de accidente* es, en consecuencia, el producto de la frecuencia (frecuencia de accidente relativa) y la gravedad del accidente previstas. La *frecuencia de accidente relativa* es el número de accidentes por período de riesgo (accidentes por cada millón de horas o lesiones por año de trabajo). La gravedad de un accidente puede expresarse cuantitativamente en función del tiempo perdido (p. ej., pérdida de jornadas de trabajo), la clase de lesión (accidente menor o caso de primeros auxilios, lesión objeto de parte, caso de indemnización por período de tiempo perdido y accidente mortal), el tipo de lesión y el coste de ésta. Los datos sobre el riesgo deben registrarse empíricamente y en función de un pronóstico teórico.

Los riesgos de accidente difieren en cada lugar de trabajo y bajo la influencia de diversas situaciones. Por ejemplo, los riesgos que conlleva una perforación petrolífera, utilizando los mismos trabajadores y equipos idénticos difieren enormemente

en función de la geografía (perforación en tierra firme o en alta mar) y el clima (explotación ártica o desierto). El nivel de riesgo de accidente depende de:

- la frecuencia prevista de error del trabajador y de la tecnología (número por cada millón de horas, etc.);
- la probabilidad de que los errores provoquen accidentes (accidente: error = 1:λ);
- la probabilidad del nivel de gravedad del accidente.

La aceptación de los riesgos de accidente también presenta grandes variaciones. En el ámbito del tráfico rodado parece que la aceptación del riesgo es elevada, mientras que en el campo de la energía nuclear se prevé una tolerancia nula. Por tanto, a efectos de la prevención de accidentes, se deduce que el factor impulsor es la consecución de la menor aceptación posible del riesgo de que se produzcan.

Causas de los accidentes

La existencia de un accidente requiere la clasificación en una escala que va de la causa al efecto. Deben diferenciarse tres niveles:

- el nivel de las causas de los accidentes posibles y reales;
- el nivel de los orígenes del accidente,
- el nivel de las consecuencias del accidente concretadas en daños personales y materiales.

La *causa* es la razón del accidente. Casi todos se deben a múltiples causas, como la existencia de condiciones peligrosas, las omisiones, etc. Por ejemplo, la explosión de una caldera puede deberse a una o varias de las razones siguientes: deficiencias de los materiales de las paredes de la caldera, formación inadecuada de la persona para garantizar un funcionamiento seguro, fallo en el dispositivo de reducción de la presión e incumplimiento de un procedimiento como el sobrecalentamiento. Si no se dan uno o varios de estos factores, el accidente podría no haber ocurrido. Deben distinguirse de otras condiciones que no son causas del accidente: en el ejemplo, serían la información sobre el tiempo, la temperatura ambiente y el tamaño de la sala de la caldera.

Es importante diferenciar los factores asociados al proceso productivo de las causas del accidente relacionadas con los trabajadores (comportamiento del operario inmediato), de la organización (políticas o procedimientos de trabajo seguros) y de las causas de carácter técnico (cambios ambientales y fallos de los objetos). Ahora bien, en el análisis final todos los accidentes se deben a un comportamiento erróneo de las personas, ya que éstas siempre están situadas en el extremo de la cadena causal. Por ejemplo, si se determina que un material defectuoso es la causa de la explosión de la caldera, entonces puede deducirse una conducta impropia por parte del constructor, del fabricante, del encargado de su comprobación, del instalador o del propietario (p. ej., la corrosión debida a un mantenimiento inadecuado). En sentido estricto, no puede hablarse de "fallo técnico" ni de causa técnica de un accidente. La tecnología sólo es el vínculo intermedio con las consecuencias de un comportamiento inadecuado. Con todo, la división habitual de las causas en técnicas, organizativas y del comportamiento es útil, ya que permite establecer qué grupo de personas ha actuado de modo incorrecto y ayuda a seleccionar las medidas correctivas pertinentes.

Como ya se ha señalado, la mayoría de los accidentes son el resultado de un conjunto de causas. Por ejemplo, una persona resbala con una mancha de aceite en un pasillo oscuro y poco iluminado y se golpea con el borde afilado de un repuesto allí almacenado, lesionándose la cabeza. Las causas inmediatas del

accidente son una iluminación inadecuada en la zona, un piso inseguro (mancha de aceite), unas suelas antideslizamiento inapropiadas, la falta de protección en la cabeza y la mala colocación del repuesto. El accidente podría no haberse producido si se hubiese evitado la conjunción de causas o se hubiera interrumpido la cadena causal. Por tanto, la prevención eficaz de los accidentes exige el reconocimiento de esta cadena y su ruptura, de forma que se impida un nuevo accidente.

Efecto de las tensiones y las demandas

La mecanización y la automatización de los procesos productivos ha avanzado considerablemente en los últimos años. Puede parecer que las causas de numerosos accidentes han dejado de ser los errores humanos y están vinculadas al mantenimiento y la relación con los procesos automatizados. No obstante, a estas consecuencias positivas de la tecnología hay que oponer otras negativas, sobre todo el aumento de las tensiones psicológicas y las correspondientes demandas físicas ergonómicas que afectan a los trabajadores en las instalaciones automatizadas, debido al aumento de la atención y la responsabilidad necesarias para supervisar los procesos de operaciones automáticas, a un entorno de trabajo impersonal y a la monotonía de la actividad laboral. Las tensiones y las demandas consiguientes elevan el número de accidentes y pueden resultar perjudiciales para la salud.

1. Las *tensiones* son efectos sobre los trabajadores cuyo origen está en el lugar de trabajo, como las de carácter ambiental (temperatura, calor, humedad, luz, ruido y contaminación del aire), o las de tipo estático o dinámico debidas directamente al proceso de trabajo (levantamiento de pesos, trabajo en alturas, exposición a sustancias químicas, etc.). Los niveles de tensión pueden medirse físicamente (ruido, fuerza, exposiciones atmosféricas, etc.), a diferencia de los factores que la provocan (fatiga, estrés mental, relaciones entre trabajadores y directivos, etc.).
2. Las *demandas* que afectan a los trabajadores dependen del tipo y el grado de tensión, así como de la distinta capacidad individual para soportarla. Los efectos de las demandas se aprecian física y psicológicamente en el cuerpo humano. Pueden ser deseables o indeseables, en función del tipo y el grado. Los segundos, como el agotamiento físico y psicológico, el empeoramiento del trabajo, la enfermedad, la falta de coordinación y concentración y el comportamiento inseguro, aumentan el riesgo de accidente.

A efectos de la prevención de accidentes, se deduce que los trabajadores, basándose en sus competencias, capacidades y disposición individual, deben ser capaces de trabajar con seguridad desde el punto de vista físico y psicológico, siempre que no existan factores externos, como un equipo inadecuado, un medio ambiente deficiente o unas condiciones de trabajo insatisfactorias. La seguridad puede mejorarse organizando el proceso de trabajo de manera que incluya estímulos apropiados, como los cambios de puesto planeados, la expansión del trabajo y las tareas y el enriquecimiento de la actividad.

Cuasiaccidentes (cuasierrores)

Una gran parte de las pérdidas productivas se debe a alteraciones que se materializan en cuasierrores (cuasiaccidentes), que son la base para que se produzcan accidentes. No todas las alteraciones afectan a la seguridad en el trabajo. Los cuasiaccidentes (cuasierrores) son aquellos incidentes que no provocan ninguna lesión o daño, pero que, de haberse producido éstos, se habrían clasificado como accidentes. Por ejemplo, una máquina que deja de funcionar inesperadamente sin dañar el equipo o el trabajo se considera un cuasiaccidente. Además, la alteración puede causar otro cuasiaccidente si la máquina vuelve a ponerse en marcha

súbitamente en el momento en que un trabajador se encuentra en su interior tratando de determinar la causa de la detención y nadie resulta herido.

La pirámide de los accidentes

Los accidentes son sucesos relativamente infrecuentes y, por lo general, cuanto más graves son, menor es su frecuencia. Los cuasiaccidentes se sitúan en la base de la pirámide de los accidentes, cuyo vértice superior ocupan los mortales. Si se utiliza el tiempo perdido como criterio para establecer la gravedad, se observa que la correspondencia con dicha pirámide es relativamente alta. (Puede existir una ligera desviación como resultado de los requisitos de presentación de partes de los distintos países, empresas y jurisdicciones.)

La pirámide de los accidentes puede diferir en gran medida en función de sus diversos tipos y clasificaciones. Por ejemplo, los accidentes relacionados con la electricidad son enormemente graves. Cuando la clasificación se hace según la profesión, se observa que en ciertas actividades laborales se registran accidentes muchísimo más graves que en otras. En ambos casos, la pirámide se caracteriza por una gran densidad en su vértice, debido a la proporción relativamente elevada de accidentes graves y mortales.

Al considerar la pirámide, puede deducirse a efectos de la prevención de accidentes que:

1. La prevención de accidentes empieza por evitar los cuasiaccidentes (cuasierrores).
2. La eliminación de los accidentes de menor importancia suele tener un efecto positivo en la erradicación de otros más graves.

Prevención de accidentes

He aquí diversas maneras de prevenir accidentes para garantizar la seguridad en el lugar de trabajo:

1. Eliminación del riesgo o del peligro, de forma que se hagan imposibles la lesión o el daño.
2. Separación entre el trabajador (o el equipo) y el riesgo (equivalente a la eliminación del riesgo). El peligro se mantiene, pero la lesión (o el daño) es imposible, ya que se garantiza que las zonas naturales de influencia de los trabajadores (los equipos) y el objeto (riesgo o peligro) no coincidan.
3. Utilización de mecanismos de protección, como ropa ignífuga o respiradores, para atenuar el riesgo. Aunque sigue existiendo, la posibilidad de lesión o daño se reduce al minimizar las oportunidades de que produzca un efecto, bloqueando así el peligro.
4. Adaptación al riesgo mediante la adopción de medidas como la instalación de sistemas de alarma y equipos de control, la información sobre los peligros, la motivación para adoptar un comportamiento seguro, la formación y la educación.

Resumen

En 1914, Max Planck (físico alemán, 1858-1947) señaló: "En todas las ciencias, la consigna principal es la tarea de buscar el orden y la continuidad a partir de la abundancia de experiencias y factores individuales, con el fin de integrarlos, mediante la supresión de las diferencias, en una visión coherente." Este principio también se aplica a las complejas cuestiones científicas y prácticas de la seguridad en el trabajo, ya que éstas no sólo están relacionadas con otras muchas disciplinas, sino que también presentan multitud de facetas en sí mismas. Aunque resulta difícil, por esta razón, sistematizar los numerosos problemas vinculados a la seguridad en el trabajo, es necesario organizar adecuadamente las cuestiones individuales de acuerdo con su significación y contexto, además de plantear opciones eficaces para su mejora.

● PRINCIPIOS DE PREVENCIÓN: INFORMACIÓN SOBRE SEGURIDAD

Mark R. Lehto y James M. Miller

Fuentes de información sobre seguridad

Los fabricantes y las empresas de todo el mundo ofrecen una gran cantidad de información sobre seguridad a los trabajadores para fomentar el comportamiento seguro y desincentivar el inseguro. Entre las fuentes de datos sobre seguridad figuran los reglamentos, los códigos y las normas, las prácticas industriales, los cursos de formación, las fichas técnicas de seguridad (FTS), los procedimientos escritos, las señales de seguridad, las etiquetas de los productos y los manuales de instrucciones. La información que ofrece cada una de estas fuentes varía en cuanto a objetivos de comportamiento, público de destino, contenido, nivel de detalle, formato y modo de presentación. Asimismo, la información puede diseñarse en cada fuente para su utilización en las diferentes fases de ejecución de una tarea en una posible secuencia de accidente.

Las cuatro fases de la secuencia de accidente

Los objetivos en cuanto a comportamiento de cada fuente de información sobre seguridad se corresponden o "encajan" de forma natural con las cuatro fases de la secuencia de un accidente (Tabla 56.4).

Primera fase. En la primera fase de la secuencia de accidente, las fuentes de información suministradas con anterioridad al desempeño de la tarea, como los materiales de formación en seguridad, los programas de comunicación de peligros y diversos materiales de programas de seguridad (incluidos los carteles y las campañas) se utilizan para instruir a los trabajadores acerca de los riesgos y convencerles de la necesidad de actuar de forma segura. Con los métodos de educación y persuasión (modificación del comportamiento) se intenta no sólo reducir los errores mejorando el conocimiento y las destrezas del trabajador, sino también rebajar el número de infracciones de las normas de seguridad mediante el cambio de las actitudes peligrosas. Los trabajadores sin experiencia suelen ser el grupo objetivo en esta fase y, por tanto, el contenido de la información sobre seguridad en este caso es mucho más detallado que en otras fases. Debe subrayarse que la motivación y la cualificación de una plantilla constituyen un requisito previo para que la información sobre seguridad sea eficaz en las tres fases siguientes de la secuencia de accidente.

Segunda fase. En la segunda fase de la secuencia de accidente, fuentes como los procedimientos por escrito, las listas de

comprobación, las instrucciones, las señales de aviso y las etiquetas de producto prestan una información sobre seguridad esencial durante la ejecución de tareas rutinarias. Suele tratarse de mensajes breves con los que se instruye a los trabajadores menos cualificados o se recuerda a los cualificados la pertinencia de adoptar las precauciones necesarias. Su cumplimiento puede ayudar a evitar que los trabajadores omitan éstas u otras medidas esenciales en una tarea. Son mensajes que suelen formar parte de instrucciones pormenorizadas en las que se describe el modo de desempeñar una tarea. Las señales de aviso pueden desempeñar una función similar: por ejemplo, un letrero situado a la entrada de un lugar de trabajo puede recordar la necesidad de usar cascos de seguridad en el interior.

Tercera fase. En la tercera fase de la secuencia de accidente, las fuentes de información sobre seguridad en lugares destacados y visibles alertan a los trabajadores de las condiciones anormales o inusualmente peligrosas. Se trata, por ejemplo, de letreros de aviso, marcas de seguridad, etiquetas, señales, barreras y bloqueos. Las señales de aviso pueden ser visuales (luces intermitentes, movimientos, etc.), sonoras (sirenas, bocinas, tonos, etc.), olfativas (olores), táctiles (vibraciones) o cinestéticas. Hay señales inherentes a ciertos productos cuando éstos se encuentran en estado de peligro (p. ej., el olor emitido al abrir un recipiente de acetona). Otras están destinadas a formar parte de la maquinaria o los entornos de trabajo (p. ej., la señal de marcha atrás en una carretilla elevadora). Las marcas de seguridad se refieren a métodos de identificación no verbal o de indicación de elementos potencialmente peligrosos del medio ambiente (p. ej., la pintura en amarillo de los bordes de los escalones, y en rojo de las paradas de emergencia). Las etiquetas, barreras, signos y bloqueos de seguridad se sitúan en lugares de riesgo y suelen emplearse para evitar que los trabajadores entren en ciertas áreas o pongan en funcionamiento equipos durante su mantenimiento, reparación u otras situaciones anormales.

Cuarta fase. En la cuarta fase de la secuencia de accidente, se hace hincapié en facilitar la ejecución por parte de los trabajadores de los procedimientos de emergencia en el momento en que se produce un accidente y en adoptar las medidas paliativas poco después del mismo. Los signos y las marcas de información sobre seguridad indican de forma llamativa los hechos esenciales para lograr una ejecución adecuada de los procedimientos de emergencia (p. ej. la localización de salidas, los extintores de incendios, los puestos de primeros auxilios, las duchas de emergencia, los lugares para el lavado de ojos y las puertas de emergencia). En las etiquetas de seguridad de los productos y las fichas técnicas de seguridad, FTS, pueden especificarse los procedimientos correctivos y de emergencia que deben seguirse.

Tabla 56.4 • Objetivos y ejemplos de fuentes de información sobre seguridad adaptadas a la secuencia de accidente.

| | Fase de la tarea en la secuencia del accidente | | | |
|-------------------------------|--|---|---|--|
| | Previa a la tarea | Ejecución de tarea rutinaria | Condiciones de tarea anormales | Condiciones de accidente |
| Objetivos (de comportamiento) | Educar y convencer al trabajador de la naturaleza y el nivel del riesgo, de las precauciones, de las medidas paliativas y de los procedimientos de emergencia. | Enseñar o recordar al trabajador que utilice procedimientos seguros y tome precauciones. | Alertar al trabajador de la existencia de condiciones anormales. Especificar las acciones necesarias. | Indicar la ubicación de los equipos de seguridad y primeros auxilios, las salidas y los procedimientos de emergencia. Especificar los procedimientos paliativos y de emergencia. |
| Ejemplos de fuentes | Manuales de formación, videos o programas, programas de comunicación de peligros, fichas técnicas de seguridad, propaganda y re-información sobre seguridad | Manuales de instrucciones, ayudas para la ejecución del trabajo, listas de comprobación, procedimientos por escrito, señales y etiquetas de advertencia | Señales de advertencia: visuales, sonoras y olfativas. Etiquetas, señales, barreras y bloqueos temporales | Señales, etiquetas y marcas con información sobre seguridad, fichas técnicas de seguridad |

Con todo, si se pretende garantizar la eficacia de la información sobre seguridad en todas las fases de la secuencia de accidente, esta información debe ser primero detectada y comprendida, y si ya se conoce previamente, debe ser también recordada. A continuación el trabajador ha de decidir si se atiende al mensaje recibido y si es capaz físicamente de ello. La superación correcta de cada una de estas fases para garantizar la eficacia puede ser difícil; no obstante, las directrices que describen el modo de diseñar la información sobre seguridad pueden resultar de alguna ayuda.

Diseño de directrices y requisitos

Tradicionalmente, las organizaciones encargadas de formular normativas, las agencias reguladoras y los tribunales a través de sus sentencias han establecido las directrices y han impuesto los requisitos relativos al momento y el modo en que debe ofrecerse información sobre seguridad. A lo que se tiende últimamente es a elaborar directrices basadas en la investigación científica relativa a los factores que influyen en la eficacia de este tipo de información.

Requisitos jurídicos

En la mayoría de los países industrializados, las normativas públicas exigen que se faciliten a los trabajadores ciertos tipos de información sobre seguridad. Por ejemplo, en Estados Unidos, la Environmental Protection Agency (EPA) ha elaborado diversos requisitos de etiquetado de las sustancias químicas tóxicas. El Departamento de Transporte (DT) ha establecido disposiciones específicas respecto al etiquetado de materiales peligrosos durante su transporte. La Occupational Safety and Health Administration (OSHA) ha promulgado una norma de comunicación de riesgos aplicable a los lugares de trabajo en los que se utilizan materiales tóxicos o peligrosos y que exige la prestación de formación, el etiquetado de los recipientes, la elaboración de FTS y otros tipos de advertencia.

En Estados Unidos puede iniciarse una causa contra fabricantes, empresas y otros agentes por el hecho de no advertir de un peligro que ha provocado lesiones a los trabajadores. En cuanto a la asignación de responsabilidades, en la Teoría de la negligencia se tiene en cuenta si la ausencia de advertencias adecuadas puede considerarse una conducta inapropiada en función de: 1) el grado de previsión del peligro por parte del fabricante, 2) el grado de sentido común implícito en la suposición de que el usuario se daría cuenta del peligro, y 3) el cuidado que puso el fabricante en informar al usuario acerca del peligro. La Teoría de la responsabilidad estricta sólo exige que la lesión o la pérdida se provocara por la ausencia de advertencias.

Normas voluntarias

Un gran número de normativas vigentes comprenden recomendaciones voluntarias referentes a la utilización y el diseño de la información sobre seguridad. Son normas elaboradas por grupos y organismos multilaterales, como las Naciones Unidas, la Comunidad Económica Europea (Comité Europeo de Normalización, CEN y Comité Europeo de Normalización Electrotécnica, CENELEC), la Organización Internacional de Normalización (ISO) y la Comisión Electrotécnica Internacional (CEI); así como por grupos nacionales, como el American National Standards Institute (ANSI), el British Standards Institute, la Canadian Standards Association, el Instituto Alemán de Normalización (DIN) y el Comité Japonés de Normalización Industrial.

Entre las normas de consenso, las desarrolladas por el ANSI en Estados Unidos tienen una significación especial. Desde mediados del decenio de 1980, se han elaborado cinco nuevas normas ANSI sobre señales y etiquetas de seguridad y se ha

revisado una norma importante. Las nuevas normas son: 1) ANSI Z535.1, *Código de colores de seguridad*, 2) ANSI Z535.2, *Señales de seguridad en el entorno y en las instalaciones*, 3) ANSI Z535.3, *Criterios relativos a los símbolos de seguridad*, 4) ANSI Z535.4, *Signos y etiquetas de seguridad en los productos*, y 5) ANSI Z535.5, *Etiquetas para la prevención de accidentes*. La norma revisada recientemente es ANSI Z129.1-1988, *Sustancias químicas industriales peligrosas-Etiquetado preventivo*. Además, el ANSI ha publicado *Guide for Developing Product Information* (Guía para la elaboración de información sobre productos).

Especificaciones de diseño

Las especificaciones de diseño pueden ser establecidas por consenso, y en las normas de seguridad gubernamentales se detalla lo siguiente sobre el modo de diseñar:

1. *Fichas técnicas de seguridad (FTS)*. En la norma sobre comunicación de riesgos de la OSHA se especifica que las empresas deben tener una FTS en el lugar de trabajo para cada una de las sustancias químicas peligrosas que se utilicen. La norma exige que la ficha sea redactada en inglés y que en ella figuren la fecha de elaboración y las denominaciones científica y común de la sustancia en cuestión. Asimismo, establece la obligación de describir en la FTS: 1) las características físicas y químicas de la sustancia, 2) los riesgos físicos, incluida la posibilidad de incendio, explosión y reactividad, 3) los riesgos para la salud, incluidas las señales y síntomas de exposición y las enfermedades que pueden agravarse por influencia de la sustancia química, 4) la ruta principal de acceso, 5) el límite de exposición admisible para la OSHA, el Valor Límite Umbral (TLV) establecido por la Conferencia Americana de Higienistas Industriales del Gobierno (ACGIH) u otros límites recomendados, 6) las propiedades carcinógenas, 7) las precauciones de aplicación general, 8) las medidas de control de aplicación general, 9) los procedimientos de emergencia y primeros auxilios, y 10) el nombre, la dirección y el teléfono de alguna persona capaz de ofrecer, en caso necesario, más información sobre la sustancia química peligrosa y los procedimientos de emergencia.
2. *Etiquetas y manuales de instrucciones*. Algunas normas de consenso en vigor especifican el modo de diseñar las etiquetas y los manuales de instrucciones. No obstante, esta situación cambia con rapidez. En 1990 se publicó *la Guía para la elaboración de información sobre productos de ANSI* y hay otras organizaciones de consenso trabajando en proyectos de documentos. Sin disponer de un fundamento excesivamente científico, el Consejo para el Interés de los Consumidores del ANSI, responsable de la formulación de las directrices anteriores, ha presentado a los fabricantes un proyecto razonable referente a los elementos que deben tenerse en cuenta al elaborar manuales de instrucciones y de funcionamiento. Se han incluido secciones denominadas "Elementos organizativos", "Ilustraciones", "Instrucciones", "Avisos", "Normas", "Cómo utilizar el lenguaje" e "Instrucciones para el desarrollo de listas de comprobación". A pesar de su brevedad, este documento constituye una primera iniciativa útil en este terreno.
3. *Símbolos de seguridad*. Numerosas normas de todo el mundo incluyen disposiciones relativas a los símbolos de seguridad. De éstas, la ANSI Z535.3, *Criterios referentes a los símbolos de seguridad*, es especialmente importante para los usuarios de la industria. La norma presenta un conjunto significativo de símbolos seleccionados que, de acuerdo con estudios anteriores, fueron bien comprendidos por los trabajadores de Estados Unidos. Quizá más importante es que en la norma se especifican asimismo métodos para el diseño y la evaluación

de este tipo de símbolos. En ciertas disposiciones se exige que: 1) durante su comprobación, los símbolos nuevos sean identificados correctamente al menos por el 85 % de 50 o más sujetos representativos, 2) los símbolos que no satisfagan los criterios anteriores sean utilizados únicamente cuando vayan acompañados de sus correspondientes mensajes verbales impresos, y 3) las empresas y los fabricantes de productos formen a los trabajadores y los usuarios respecto al significado que se pretende transmitir a través de los símbolos. En la norma se establece asimismo que los nuevos símbolos desarrollados conforme a estas directrices podrán ser considerados para su inclusión en futuras revisiones de la misma.

4. *Señales y etiquetas de advertencia.* En las normas del ANSI y otros organismos se formulan recomendaciones específicas acerca del diseño de las señales y las etiquetas de advertencia. Se refieren, entre otros factores, a las palabras y los textos utilizados en las señales, los esquemas de codificación mediante colores, la tipografía, los símbolos, la disposición y la identificación de los peligros (Tabla 56.5). Entre las palabras recomendadas más habituales en las señales figuran las de: *PELIGRO*, para indicar el nivel de peligro más alto; *ATENCIÓN*, para señalar un peligro intermedio, y *CUIDADO*, para denotar la existencia de un peligro moderado. Los métodos de codificación mediante colores deben utilizarse para asociar coherentemente éstos a determinados niveles de riesgo. Por ejemplo, el rojo se emplea en todas las normas recogidas en la Tabla 56.5 para indicar *PELIGRO*, el nivel más alto de peligro. Las recomendaciones explícitas relativas a la tipografía se formulan en casi todos los sistemas. La coincidencia más generalizada entre los sistemas es la invitación a utilizar caracteres sin trazos terminales. Son varias las recomendaciones relativas a la utilización de símbolos y pictogramas. Los sistemas de FMC y Westinghouse abogan por el empleo de símbolos para definir el riesgo y comunicar el nivel de éste (FMC 1985; Westinghouse 1981). En otras normas se aconseja la aplicación de símbolos únicamente como complemento de las palabras. Las recomendaciones en cuanto a la disposición de las etiquetas es otra cuestión donde las variaciones son notables, como se muestra en la Tabla 56.4. En general, en las propuestas se incluyen elementos analizados anteriormente y se especifica la imagen (contenido gráfico y color), el fondo (forma, color), el contorno (forma, color) y la zona que la rodea (forma, color). Asimismo, muchos de los sistemas describen con precisión la disposición del texto escrito y orientan respecto a los métodos de identificación de peligros.

En determinadas normas puede especificarse además el contenido y el texto de las señales y las etiquetas de advertencia con cierto grado de detalle. Por ejemplo, en la ANSI Z129.1, se establece que las etiquetas de advertencia en sustancias químicas deben incluir: 1) la identificación del producto químico o de sus componentes peligrosos, 2) una palabra clave, 3) una exposición de los peligros, 4) medidas de precaución, 5) instrucciones en caso de contacto o exposición, 6) antídotos, 7) notas para los médicos, 8) instrucciones en caso de incendio y derrame o fuga y (9) instrucciones para el manejo y almacenamiento de los recipientes. Esta norma también especifica un formato general para las etiquetas químicas que incorpora esos aspectos. En esta norma se indican igualmente los textos desarrollados y específicos recomendados para su inclusión en mensajes concretos.

Directrices cognitivas

Las especificaciones de diseño, como las analizadas anteriormente, pueden ser útiles para las personas encargadas de

elaborar la información sobre seguridad. No obstante, muchos productos y situaciones no se abordan directamente en las normas o los reglamentos. Existen especificaciones de diseño que no están científicamente comprobadas y, en casos extremos, el cumplimiento de dichas normas y reglamentos puede reducir en la práctica la eficacia de la información sobre seguridad. Para evitarlo, es posible que los responsables de desarrollar este tipo de información tengan que ir más allá de las normas de seguridad. Así, la Asociación Internacional de Ergonomía (AIE) y la Fundación Internacional para la Investigación sobre la Ergonomía Industrial y la Seguridad (IFIESR) apoyaron recientemente una iniciativa para elaborar directrices relativas a las señales y las etiquetas de advertencia (Lehto 1992), que reflejan los resultados de los estudios, publicados y pendientes de publicación, sobre su eficacia y afectan al diseño de casi todas las formas de información sobre seguridad. He aquí seis de estas directrices, presentadas con ligeras modificaciones.

1. *Adaptar las fuentes de información sobre seguridad al nivel de actuación en el que se producen errores críticos en una población determinada.* Al especificar el tipo y el modo de información sobre seguridad que debe ofrecerse, esta directriz subraya la necesidad de prestar atención a: 1) los errores críticos que pueden provocar un daño significativo, y 2) al nivel de actuación del trabajador en el momento en que se comete el error. A menudo, este objetivo puede alcanzarse si las fuentes de información sobre seguridad se adaptan a los objetivos relativos al comportamiento tal y como aparece organizado en la Tabla 56.4, analizada anteriormente.
2. *Integrar la información sobre seguridad en el contexto de la tarea y los peligros asociados a ella.* La información sobre seguridad debe ofrecerse de un modo que facilite su constatación en el momento más oportuno, que casi siempre coincide con aquél en el que deben emprenderse acciones. En estudios recientes se ha confirmado que este principio es aplicable tanto a la ubicación de mensajes de seguridad en instrucciones, como a la colocación de las fuentes de información sobre seguridad (como señales de advertencia) en el medio ambiente físico. Un estudio en concreto puso de manifiesto que la probabilidad de que las personas observaran y cumplieran las precauciones de seguridad era mucho mayor cuando éstas se incluían como un paso necesario en las instrucciones, que en los casos en que se separaban de éstas y formaban un apartado de advertencia aislado. Por el contrario, en muchas normas de seguridad se recomienda o se exige que la información preventiva y de aviso se sitúe en una sección aparte, lo que no deja de extrañar.
3. *Ser selectivo.* Si la cantidad de información sobre seguridad que se ofrece es excesiva, aumentan el tiempo y el esfuerzo que deben dedicarse a encontrar lo fundamental para satisfacer una necesidad apremiante. En consecuencia, las fuentes de este tipo de información deben facilitar los datos pertinentes e imprescindibles para alcanzar un objetivo inmediato. Los programas de formación deben ofrecer la información más pormenorizada. El grado de detalle de los manuales de instrucciones, las FTS y otros materiales de referencia ha de superar al de las señales y etiquetas de advertencia.
4. *Hacer que el cumplimiento de la información no sea muy difícil de cumplir.* En muchos estudios se ha indicado que la probabilidad de que las personas se atengan a las precauciones en materia de seguridad se reduce cuando se percibe que esta actitud "cuesta cumplirla". Por tanto, la información debe ofrecerse de modo que se minimice la dificultad de cumplir con su mensaje. En ocasiones, este objetivo puede alcanzarse facilitando la información en el momento y el lugar adecuados para su cumplimiento.

Tabla 56.5 • Resumen de las recomendaciones incluidas en una selección de sistemas de advertencia.

| Sistema | Palabras en las señales | Codificación por colores | Tipografía | Simbolos | Disposición |
|--|---|---|--|---|--|
| ANSI Z129.1 Productos químicos industriales peligrosos: etiquetado preventivo (1988) | Peligro Atención Cuidado Tóxico palabras opcionales para peligros "diferidos" | No especificado | No especificado | Calavera y tibias cruzadas como complemento a las palabras. Simbolos aceptables para otros 3 tipos de peligros. | Disposición de la etiqueta no especificada; se ofrecen ejemplos |
| ANSI Z535.2 Señales de seguridad en el medio ambiente y en las instalaciones (1993) | Peligro Atención Cuidado Nota [seguridad general] [flechas] | Rojo Naranja Amarillo Azul Verde como las indicadas anteriormente; en todo caso, blancas y negras conforme a ANSI Z535.1 | Caracteres sin trazos terminales, caja alta, caracteres aceptables, alturas de letra | Simbolos y pictogramas conforme a ANSI Z535.3 | Define el texto de la señal, el mensaje escrito, los paneles de simbolos en diseños del 1 al 3. Cuatro formas de uso especial. Puede utilizarse la ANSI Z535.4 a efectos de uniformidad. |
| ANSI Z535.4 Signos y etiquetas de seguridad en los productos (1993) | Peligro Atención Cuidado | Rojo Naranja Amarillo conforme a ANSI Z535.1 | Caracteres sin trazos terminales, caja alta, se proponen caracteres, alturas de letras | Simbolos y pictogramas conforme a ANSI Z535.3; además el simbolo de alerta de seguridad SAE J284 | Define el texto de las señales, el mensaje, los paneles gráficos por orden: de generales a específicos. Puede utilizar ANSI Z535.2 a efectos de uniformidad. Utilización de ANSI Z129.1 en el caso de los peligros químicos. |
| Directrices NEMA: NEMA 260 (1982) | Peligro Atención | Rojo Rojo | No especificado | Simbolo de descarga eléctrica | Define el texto de las señales, el peligro, las consecuencias, las instrucciones, los simbolos. No se especifica el orden. |
| Señales de seguridad SAE J115 (1979) | Peligro Atención Cuidado | Rojo Amarillo Amarillo | Caracteres sin trazos terminales, caja alta | Disposición para acomodar los simbolos; no se prescriben simbolos ni pictogramas específicos | Define 3 áreas: panel de texto en las señales, panel gráfico, panel del mensaje. Se clasifican en orden de general a específico. |
| Norma ISO: ISO R557 (1967); ISO 3864 (1984) | Ninguna. Tres tipos de etiquetas: Detención/prohibición Acción obligatoria Aviso | Rojo Azul Amarillo | Se añade un panel de mensaje debajo en caso necesario | Simbolos y pictogramas | El pictograma o el simbolo se sitúa dentro de un contorno adecuado. Forma con panel del mensaje debajo, si es necesario. |
| OSHA 1910.145 Especificación de las señales y las etiquetas para la prevención de accidentes (1985) | Peligro Atención (sólo en etiquetas) Cuidado Peligro biológico, PELIGRO BIOLÓGICO, o simbolo [instrucciones de seguridad] [vehículo de desplazamiento lento] | Rojo Amarillo Amarillo Fluorescente Naranja/naranja-rojo Verde Fluorescente amarillo-naranja y rojo oscuro conforme a ANSI Z535.1 | Puede leerse a 1,5 metros de distancia o según exija cada tarea | Simbolo de peligro biológico. El mensaje principal puede transmitirse mediante un pictograma (sólo en etiquetas). Vehículo de desplazamiento lento (SAE J943) | Texto de la señal y mensaje principal (sólo en etiquetas) |
| OSHA 1910.1200 Comunicación de peligros [químicos] (1985) | Conforme a requisitos aplicables de EPA, FDA, BATF y CPSC; si no se especifica lo contrario. | | En inglés | | Únicamente como las fichas técnicas de seguridad |
| Manual de Westinghouse (1981); Directrices de FMC (1985) | Peligro Atención Cuidado Nota | Rojo Naranja Amarillo Azul | Helvética negrita y negruras regulares, caja alta/baja | Simbolos y pictogramas | Recomienda 5 componentes: texto de la señal, simbolo/pictograma, peligro, resultado de pasar por alto la advertencia, evitar el peligro |

Fuente: Adaptado de Lehto y Miller 1986; Lehto y Clark 1990.

5. *Utilizar símbolos y textos tan concretos como sea posible.* Las investigaciones en materia de información sobre seguridad han demostrado que las personas entienden mejor las palabras y los símbolos concretos que los abstractos. No obstante, la cualificación y la experiencia desempeñan un papel importante para determinar el valor de la concreción. No es infrecuente que los trabajadores más cualificados prefieran y comprendan mejor la terminología abstracta.
6. *Simplificar la sintaxis y la gramática del texto y las combinaciones de símbolos.* Redactar textos para que los lectores poco avezados, o incluso otros más capaces, puedan entender no es tarea fácil. Se han elaborado numerosas directrices en un intento de atenuar este problema. Algunos principios básicos son: 1) utilizar palabras y símbolos comprensibles para la población a la que van dirigidos, 2) emplear una terminología coherente, 3) recurrir a oraciones breves y sencillas construidas conforme al esquema habitual sujeto-verbo-complemento, 4) evitar las negaciones y las oraciones condicionales complejas, 5) utilizar la voz activa más que la pasiva, 6) evitar el empleo de pictogramas complejos para describir acciones, y 7) evitar la combinación de múltiples significados en una sola figura.

El cumplimiento de estas directrices exige la consideración de varias cuestiones detalladas que se abordan en el próximo apartado.

Elaboración de la información sobre seguridad

La elaboración de información sobre seguridad concebida para acompañar a los productos, como los avisos, las etiquetas y las

instrucciones, suele exigir la realización de estudios y actividades que requieren una cantidad considerable de recursos y tiempo. En teoría, estas actividades consisten en: 1) la coordinación entre el diseño del producto y la elaboración de la información, 2) el análisis de las características del producto que afectan a las expectativas y los comportamientos de los usuarios, 3) la determinación de los peligros asociados a la utilización y el probable abuso del producto, 4) la investigación de las percepciones y expectativas del usuario respecto a la función y las características de peligrosidad del producto, y 5) la evaluación de la información del producto basada en métodos y criterios coherentes con los objetivos de cada componente de la misma. Las actividades que permiten la consecución de estos objetivos pueden agruparse en varios niveles. Aunque los diseñadores de producto internos son capaces de abordar muchas de las tareas designadas, algunas de éstas exigen la aplicación de metodologías muy conocidas por profesionales con formación en materia de técnica de factores humanos, técnica de seguridad, diseño de documentos y ciencias de la comunicación. Las tareas correspondientes a estos niveles se muestran en la Figura 56.18 y se resumen a continuación :

Nivel 0: estado de diseño del producto

El nivel 0 es el punto de partida para emprender un proyecto de información sobre un producto, tanto como el momento en que se recibirá la retroinformación relativa a las alternativas de diseño y se propondrán nuevas repeticiones a la escala del modelo básico. Al inicio de un proyecto de información de producto, el investigador parte de un diseño concreto. Puede encontrarse en la fase de concepto o de prototipo o coincidir con el del producto vendido y utilizado. Una razón importante para designar un

Figura 56.18 • Modelo para el diseño y la evaluación de la información de un producto.



nivel 0 es la constatación de que es preciso gestionar la elaboración de la información de producto. Es un tipo de proyectos que requiere presupuestos formales, recursos, planificación y asignación de responsabilidades. Las principales ventajas de un diseño sistemático de la información de producto se logran cuando éste se encuentra en la fase de concepto previo a la producción o de prototipo. Con todo, la aplicación de la metodología a los productos existentes y la información sobre ellos es bastante apropiada y extremadamente útil.

Nivel 1: investigaciones sobre el tipo de producto

En esta fase deben acometerse al menos siete tareas: *a)* documentar las características del producto existente (p. ej., componentes, funcionamiento, montaje y embalaje); *b)* investigar las características del diseño y de la información que se adjunta a otros productos similares o de la competencia; *c)* recopilar datos sobre accidentes relacionados con el producto o con otros similares o de la competencia; *d)* determinar los estudios sobre factores humanos y seguridad, en los que se aborda este tipo de producto; *e)* establecer las normas y las disposiciones aplicables; *f)* analizar la atención por parte de la Administración y de los medios comerciales a este tipo de producto (incluida la información de recuerdo), y *g)* investigar el historial de litigios de éste y otros productos semejantes.

Nivel 2: investigación del uso del producto y del grupo de usuarios

En esta fase deben realizarse al menos siete tareas: *a)* determinar los métodos de utilización del producto apropiados (incluido el montaje, la instalación, la utilización y el mantenimiento); *b)* identificar los grupos de usuarios del producto existentes y posibles; *c)* investigar la utilización, el abuso y el conocimiento del producto o productos similares por parte del usuario; *d)* estudiar las percepciones del usuario respecto a los riesgos del producto; *e)* determinar los riesgos asociados con los usos indicados y los abusos previsibles del producto; *f)* analizar las demandas cognitivas y de comportamiento durante la utilización del producto, y *g)* establecer los errores probables del usuario, sus consecuencias y posibles soluciones.

Tras completar los análisis de los niveles 1 y 2, deben considerarse los cambios en el diseño del producto antes de avanzar en el proceso. Desde el punto de vista de la técnica de seguridad tradicional, esta acción podría denominarse: "eliminar los riesgos del producto a partir de la técnica". Algunas modificaciones pueden ir dirigidas a la salud del usuario y otras al intento de beneficiar a la empresa, que trata de lograr un éxito de marketing.

Nivel 3: criterios de diseño de la información y prototipos

En el nivel 3 se llevan a cabo al menos nueve tareas: *a)* basándose en las normas y los requisitos aplicables a un producto concreto, determinar, en su caso, cuál de esos requisitos imponen el diseño y los criterios de ejecución en esta parte del proceso de diseño de la información; *b)* establecer los tipos de tareas que exigen la oferta de información a los usuarios (p. ej., funcionamiento, montaje, mantenimiento y evacuación); *c)* determinar, para cada tipo de información sobre tareas, los mensajes que deben trasladarse al usuario; *d)* decidir el modo de comunicación apropiado para cada mensaje (p. ej., texto, símbolos, señales o características del producto); *e)* determinar la ubicación temporal y espacial de cada mensaje; *f)* desarrollar las características idóneas de la información en función de los mensajes, los modos y las ubicaciones establecidas en fases anteriores; *g)* elaborar prototipos de cada componente del sistema de información del producto (p. ej., manuales, etiquetas, avisos, letreros, embalaje y señales);

h) verificar que los distintos tipos de información son coherentes (p. ej., manuales, letreros, etiquetas y embalaje), y *i)* comprobar que la información de los productos con otras denominaciones de marca u otros productos similares de la misma empresa sea coherente.

Tras superar los niveles 1, 2 y 3, el investigador habrá desarrollado el formato y el contenido de la información, se supone que correctamente. En este momento, puede optar por formular unas recomendaciones iniciales relativas a la remodelación de la información del producto de la que ya se disponga, antes de pasar al nivel 4.

Nivel 4: evaluación y revisión

En el nivel 4 deben acometerse al menos seis tareas: *a)* definir los parámetros de evaluación para cada componente prototipo del sistema de información del producto; *b)* elaborar una plan de evaluación de cada uno de estos componentes; *c)* seleccionar usuarios, instaladores y otros agentes representativos que participen en la evaluación; *d)* ejecutar el plan de evaluación; *e)* modificar los prototipos de información del producto y el diseño del mismo en función de los resultados obtenidos en la evaluación (es probable que sean necesarias varias repeticiones), y *f)* especificar el texto y la disposición gráfica definitivos.

Nivel 5: publicación

En el nivel 5, la publicación efectiva de la información se revisa, aprueba y lleva a cabo de acuerdo con lo especificado. El objetivo de este nivel es confirmar que las especificaciones de los diseños, incluidas las clasificaciones lógicas del material, la ubicación y la calidad de las ilustraciones, así como las características de comunicación especiales, se han cumplido con precisión y no han sido modificadas involuntariamente en la imprenta. Aunque la publicación suele ser ajena al control de la persona encargada de los diseños de la información, se ha considerado necesario comprobar que éstos diseños se respetan rigurosamente, ya que se sabe que los impresores se toman muchas libertades en la manipulación de la maquetación.

Nivel 6: evaluaciones posteriores a la venta

En el último nivel del modelo se abordan las evaluaciones posteriores a la venta, que consisten en un control final que garantice que la información cumple los objetivos para los que fue diseñada. El diseñador de la información, así como el fabricante, tienen la oportunidad de obtener una retroinformación valiosa e instructiva de este proceso. Entre los ejemplos de evaluación posterior a la venta figuran: *a)* la retroinformación procedente de los programas sobre satisfacción del cliente, *b)* los posibles resúmenes de datos obtenidos de la cumplimentación de la garantía y de las tarjetas de respuesta de la garantía, *c)* el almacenamiento de datos de las investigaciones de accidentes en las que intervinieron el mismo producto u otros similares, *d)* el seguimiento de las normas de consenso y las actividades regulatorias, y *e)* el control de las medidas recordatorias de seguridad y de la atención prestada por los medios de comunicación a productos semejantes.

COSTES DE LOS ACCIDENTES RELACIONADOS CON EL TRABAJO

Diego Andreoni

Los trabajadores que son víctimas de accidentes relacionados con el trabajo padecen consecuencias que pueden ser materiales, como gastos y pérdida de ingresos, e intangibles, como el dolor y

el sufrimiento, en ambos casos pueden ser de corta o de larga duración. Esas consecuencias incluyen:

- el pago de honorarios médicos, el coste de la ambulancia u otra forma de transporte, los gastos de hospital o la remuneración por los cuidados de enfermería a domicilio, los pagos efectuados a personas que prestaron su asistencia, el coste de miembros artificiales, etcétera;
- la pérdida inmediata de ingresos durante la ausencia del puesto de trabajo (salvo que se esté asegurado o se obtenga indemnización);
- la pérdida de ingresos futuros si la lesión discapacita de manera permanente o a largo plazo, o impide el ascenso normal de la víctima en su carrera profesional;
- los trastornos permanentes a consecuencia del accidente, como la mutilación, la cojera, la pérdida de visión, las cicatrices desagradables o la desfiguración, las alteraciones mentales, etc., que pueden reducir la esperanza de vida y provocar sufrimiento físico o psicológico, así como elevar los gastos derivados de la necesidad de la víctima de encontrar una nueva profesión u otros intereses;
- las consiguientes dificultades económicas para el presupuesto familiar si otros parientes se ven obligados a trabajar para compensar los ingresos perdidos o a abandonar su empleo para cuidar de la víctima. Pueden producirse otras reducciones de ingresos si el sujeto accidentado trabajaba al margen de la jornada normal de trabajo y ya no puede seguir haciéndolo,
- la ansiedad para el resto de la familia y el deterioro de su futuro, sobre todo en el caso de los niños.

Los trabajadores accidentados suelen recibir una indemnización o un subsidio en efectivo o en especie. Aunque estas prestaciones no afectan a las consecuencias intangibles del accidente (salvo en circunstancias excepcionales), son una parte más o menos importante de las materiales, puesto que influyen en la cuantía de los ingresos que sustituirán al sueldo. No cabe duda de que una parte de los costes generales de un accidente, excepto en condiciones muy favorables, debe ser afrontada directamente por las víctimas.

Considerando la economía nacional en conjunto, debe admitirse que la dependencia entre todos sus miembros es tal que las consecuencias de un accidente que afecta a una persona tienen un efecto adverso sobre el nivel de vida general. He aquí las consecuencias:

- un aumento en el precio de los productos manufacturados, ya que los gastos directos e indirectos y las pérdidas resultantes de un accidente pueden dar lugar a una elevación del coste de fabricación de un artículo;
- una reducción del producto nacional bruto, como resultado de los efectos perjudiciales de los accidentes sobre las personas, los equipos, las instalaciones y los materiales. Estos efectos variarán de acuerdo con la mano de obra, el capital y los recursos materiales de que disponga cada país,
- un aumento de los gastos destinados a cubrir el coste de las indemnizaciones a los accidentados y el pago de primas de seguro de mayor cuantía, así como a reunir la cantidad necesaria para adoptar las medidas de seguridad que exige la prevención de sucesos similares.

Una de las funciones de la sociedad es proteger la salud y la renta de sus miembros. Y lo hace mediante la creación de instituciones de seguridad social, programas de salud (algunas Administraciones ofrecen asistencia médica gratuita o de bajo coste a sus ciudadanos) y sistemas de seguridad y de seguro de indemnización por lesión (incluida la legislación, la inspección, la

asistencia, la investigación y otras actividades), cuyos costes administrativos representan una carga para la sociedad.

El nivel de las indemnizaciones y la cuantía de los recursos que dedican las Administraciones a la prevención de accidentes son limitados porque dependen: 1) del valor adjudicado a la vida y el sufrimiento humanos, que varía de un país a otro y de una época a otra, y 2) de los fondos disponibles y las prioridades asignadas a otros servicios prestados para la protección de la población

En consecuencia, se escatima una cantidad de capital considerable para la inversión productiva. Ahora bien, el dinero dedicado a la acción preventiva brinda beneficios económicos sustanciales, en cuanto que da lugar a la reducción del número total de accidentes y de su coste. Gran parte del esfuerzo dedicado a la prevención de accidentes, como la aplicación de normas de seguridad más exigentes a la maquinaria y a los equipos, y la educación general de la población antes de alcanzar la edad para trabajar, son igualmente útiles dentro y fuera del lugar de trabajo. Es una circunstancia que cobra cada vez mayor importancia, ya que el número y el coste de los accidentes que ocurren en el hogar, en las carreteras o en otras actividades de la vida moderna no relacionadas con el trabajo siguen aumentando. El coste total de los accidentes puede definirse como la suma del coste de prevención y el coste de los cambios resultantes. No parece descabellado reconocer que el coste social de los posibles cambios que resulten de la aplicación de una medida preventiva puede superar ampliamente el coste real de la medida. Los recursos financieros necesarios se extraen del grupo de población económicamente activo, compuesto por los trabajadores, las empresas y otros contribuyentes, mediante sistemas que funcionan sobre la base de la cotización a las instituciones que ofrecen las prestaciones, a través de los impuestos recaudados por el Estado u otras Administraciones públicas, o mediante ambos procedimientos. A escala empresarial, el coste de los accidentes incluye gastos y pérdidas, como los que se refieren a continuación:

- gastos realizados al establecer el sistema de trabajo e instalar los equipos y la maquinaria correspondientes con vistas a garantizar la seguridad en el proceso productivo. La estimación de estos gastos es difícil, ya que resulta imposible trazar una línea divisoria entre la seguridad del proceso en sí y la de los trabajadores. Se trata de grandes cantidades, que son desembolsadas en su totalidad antes de que comience la producción y se incluyen en las partidas de costes generales o especiales para su amortización a lo largo de varios años;
- gastos soportados durante la producción, que, a su vez, incluyen: *a)* los costes fijos relacionados con la prevención de accidentes, como los dedicados a los servicios médicos, de seguridad y educativos y a la organización de la participación de los trabajadores en el programa de seguridad; *b)* los costes fijos de los seguros de accidente, además de los costes variables en los regímenes que vinculan la cuantía de las primas al número de accidentes; *c)* los costes variables de las actividades relativas a la prevención de accidentes (éstos dependen en gran medida de la frecuencia y la gravedad de los accidentes, e incluyen el coste de las actividades de formación e información, las campañas de seguridad, los programas y la investigación en materia de seguridad y la participación de los trabajadores en estas actividades); *d)* los costes originados por las lesiones personales (aquí se incluyen el coste de la asistencia médica, el transporte, los subsidios concedidos a los accidentados y a sus familias, las consecuencias administrativas y jurídicas de los accidentes, los sueldos abonados a las personas lesionadas durante su ausencia del trabajo y a otros trabajadores durante las interrupciones de su actividad tras un

accidente y en las encuestas e investigaciones posteriores, etc.); e) los costes derivados de los daños y las pérdidas materiales que no tienen que coincidir necesariamente con una lesión personal. De hecho, los daños materiales más habituales y caros en ciertas ramas de la industria se producen en circunstancias ajenas a las que dan lugar a una lesión personal. Debe prestarse atención a los escasos puntos en común entre las técnicas de control de daños materiales y las aplicadas a la prevención de lesiones personales.

- pérdidas debidas a una caída en la producción o a los costes de adoptar medidas de compensación especiales, pudiendo resultar ambas causas muy gravosas.

Además de afectar al lugar donde se ha producido el accidente, pueden registrarse pérdidas sucesivas en otros puntos de la instalación o en instalaciones asociadas. Aparte del quebranto económico resultante de la interrupción del trabajo debida a los accidentes y las lesiones, deben tenerse en cuenta las pérdidas que se acumulan cuando los trabajadores dejan de trabajar o convocan una huelga durante los conflictos laborales planteados por la existencia de accidentes graves, repetidos o generalizados.

El valor total de estos costes y pérdidas difiere de una empresa a otra. Las disparidades más obvias dependen de los riesgos específicos asociados a cada rama de la industria o tipo de actividad y de la medida en que se apliquen las precauciones pertinentes. En lugar de intentar valorar los costes iniciales en los que se incurre al incorporar medidas de prevención de accidentes en el sistema en las fases iniciales, numerosos autores han tratado de estimar los costes de las consecuencias. Entre éstos puede citarse a Heinrich, que propuso la división de los costes en "directos" (en particular, los seguros) e "indirectos" (gastos realizados por el fabricante); a Simonds, que planteó la división entre costes asegurados y no asegurados; a Wallach, que propuso una división de acuerdo con los distintos apartados utilizados para el análisis de los costes de producción, es decir, mano de obra, maquinaria, mantenimiento y gastos temporales, y Compes, quien clasificó los costes en generales e individuales. En todos estos ejemplos (con la excepción de Wallach), se consideran dos grupos de costes que, aunque diferentes en definición, tienen numerosos puntos en común.

Habida cuenta de la dificultad de estimar los costes generales, se ha intentado calcular un valor adecuado para esta cifra mediante la expresión del coste indirecto (costes no asegurados o individuales) como un múltiplo del directo (costes asegurados o generales). Heinrich fue el primero en intentar obtener un valor para esta cifra y propuso que la cuantía de los costes indirectos fuese cuatro veces mayor que los costes directos, es decir, que el coste total equivaliese al coste directo multiplicado por cinco. Aunque la estimación es válida para el grupo de empresas estudiado por Heinrich, no puede aplicarse a otros grupos, y menos aún en el caso de fábricas específicas. En ciertos sectores de

diversos países industrializados, se ha observado que este valor oscila entre 1 y 7 ($4 \pm 75\%$), pero en algunos estudios se ha puesto de manifiesto que puede ser considerablemente superior (hasta 20 veces) e incluso variar con el tiempo en una misma empresa.

No cabe duda que las cantidades dedicadas a la incorporación de las medidas de prevención de accidentes en el sistema en las fases iniciales de un proyecto de fabricación, se verán compensadas por la reducción de las pérdidas y los gastos que, de no haber sido así, se habrían registrado. No obstante, este ahorro no se somete a ninguna ley específica o proporción fija, y variará de un caso a otro. Puede ser que un gasto reducido dé lugar a un ahorro sustancial, mientras que, en otros casos, un gasto mucho mayor generará una ganancia aparente muy escasa. Al llevar a cabo cálculos de este tipo, debe tenerse en cuenta siempre el factor tiempo, que actúa de dos modos: los gastos actuales pueden reducirse mediante la amortización del coste inicial en varios años, y la probabilidad de que ocurra un accidente, por baja que sea su frecuencia, aumentará con el paso de los años.

En un sector determinado, siempre que lo permitan los factores sociales, puede no existir un incentivo económico para reducir los accidentes, teniendo en cuenta que su coste se añade al de producción y, por tanto, revierte en el consumidor. Sin embargo, la cuestión cambia cuando se considera desde el punto de vista de una empresa concreta. Es posible que existan grandes incentivos para que una empresa adopte medidas con el fin de evitar los efectos económicos graves de los accidentes que afectan al personal clave y a los equipos esenciales. Así ocurre especialmente en el caso de las pequeñas fábricas que carecen de una reserva de personal cualificado o que se dedican a ciertas actividades especializadas, así como en el de las grandes instalaciones complejas, como las de la industria de transformación, en las que el coste de sustitución puede exceder la capacidad de obtener capital. Asimismo, pueden darse casos en los que una gran empresa pueda mejorar su competitividad y aumentar con ello sus beneficios mediante la adopción de medidas destinadas a reducir accidentes. Además, ninguna empresa puede permitirse pasar por alto las ventajas económicas que se derivan del mantenimiento de una buenas relaciones con los trabajadores y sus sindicatos.

Por último, al pasar del concepto abstracto de una empresa a la realidad concreta de los que ocupan puestos de mando en la actividad empresarial (es decir, los empresarios y la alta dirección), hay que considerar un incentivo personal que no es sólo económico y que alude al deseo o la necesidad de estas personas de impulsar su carrera profesional y evitar las sanciones, legales y de otro tipo que pueden imponerse en el caso de cierto tipo de accidentes. Por tanto, el coste de los accidentes en el trabajo repercute en la economía nacional y en la de cada componente de la población, por lo que existe un incentivo general e individual para que todos intervengamos en la reducción de este coste.

Referencias

- Adams, JGU. 1985. *Risk and Freedom: The Record of Road Safety Regulation*. Londres: Transport Publishing Projects.
- American National Standards Institute (ANSI). 1962. *Method of Recording and Measuring Work Injury Experience*. ANSI Z-16.2. Nueva York: ANSI.
- . 1978. *American National Standard Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways*. ANSI D6.1. Nueva York: ANSI.
- . 1988. *Hazardous Industrial Chemicals—Precautionary Labeling*. ANSI Z129.1. Nueva York: ANSI.
- . 1993. *Safety Color Code*. ANSI Z535.1. Nueva York: ANSI.
- . 1993. *Environmental and Facility Safety Signs*. ANSI Z535.2. Nueva York: ANSI.
- . 1993. *Criteria for Safety Symbols*. ANSI Z535.3. Nueva York: ANSI.
- . 1993. *Product Safety Signs and Labels*. ANSI Z535.4. Nueva York: ANSI.
- . 1993. *Accident Prevention Tags*. ANSI Z535.5. Nueva York: ANSI.
- Andersson, R, E Lagerlöf. 1983. Accident data in the new Swedish information system on occupational injuries. *Ergonomics* 26.
- Andersson, R. 1991. The role of accidentology in occupational accident research. *Arbete och halsa*. 1991. Solna, Suecia. Tesis doctoral.
- Arnold, HJ. 1989. Sanctions and rewards: Organizational perspectives. In *Sanctions and Rewards in the Legal System: A Multidisciplinary Approach*. Toronto: University of Toronto Press.
- Baker, SP, B O'Neil, MJ Ginsburg, G Li. 1992. *Injury Fact Book*. Nueva York: Oxford University Press.
- Benner, L. 1975. Accident investigations—multilinear sequencing methods. *J Saf Res* 7.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). 1988. Guidelines for evaluating surveillance systems. *Morb Mortal Weekly Rep* 37(S-5):1-18.
- Davies, JC, DP Manning. 1994a. MAIM: the concept and construction of intelligent software. *Saf Sci* 17:207-218.

- . 1994b. Data collected by MAIM intelligent software: The first fifty accidents. *Saf Sci* 17:219-226.
- Department of Trade and Industry. 1987. *Leisure Accident Surveillance System (LASS): Home and Leisure Accident Research 1986 Data*. 11th Annual Report of the Home Accident Surveillance System. Londres: Department of Trade and Industry.
- Ferry, TS. 1988. *Modern Accident Investigation and Analysis*. Nueva York: Wiley.
- Feyer, A-M, AM Williamson. 1991. An accident classification system for use in preventive strategies. *Scand J Work Environ Health* 17:302-311.
- FMC. 1985. *Product Safety Sign and Label System*. Santa Clara, California: FMC Corporation.
- Gielen, AC. 1992. Health education and injury control: Integrating approaches. *Health Educ Q* 19(2):203-218.
- Goldenhar, LM, PA Schulte. 1994. Intervention research in occupational health and safety. *J Occup Med* 36(7):763-775.
- Green, LW, MW Kreuter. 1991. *Health Promotion Planning: An Educational and Environmental Approach*. Mountainview, California Mayfield Publishing Company.
- Guastello, SJ. 1991. *The Comparative Effectiveness of Occupational Accident Reduction Programs*. Artículo presentado en un simposio internacional sobre accidentes y lesiones relacionadas con el alcohol. Yverdon-les-Bains, Suiza, 2-5 de diciembre.
- Haddon, WJ. 1972. A logical framework for categorizing highway safety phenomena and activity. *J Trauma* 12:193-207.
- . 1973. Energy damage and the 10 countermeasure strategies. *J Trauma* 13:321-331.
- . 1980. The basic strategies for reducing damage from hazards of all kinds. *Hazard Prevention*. Septiembre/Octubre: 8-12.
- Hale, AR, AI Glendon. 1987. *Individual Behaviour in the Face of Danger*. Amsterdam: Elsevier.
- Hale, AR, B Heming, J Carthey, B Kirwan. 1994. *Extension of the Model of Behaviour in the Control of Danger*. Vol. 3: *Extended Model Description*. Sheffield: Health and Safety Executive, Proyecto HF/GNSR/28.
- Hale, AR, M Hale. 1972. *Review of the Industrial Accident Research Literature*. Research paper No. 1, Committee on Safety & Health. Londres: HMSO.
- Hare, VC. 1967. *System Analysis: A Diagnostic Approach*. Nueva York: Harcourt Brace World.
- Harms-Ringdahl, L. 1993. *Safety Analysis. Principles and Practice in Occupational Safety*. Vol. 289. Amsterdam: Elsevier.
- Heinrich, HW. 1931. *Industrial Accident Prevention*. Nueva York: McGraw-Hill.
- . 1959. *Industrial Accident Prevention: A Scientific Approach*. Nueva York: McGraw-Hill Book Company.
- Hugentobler, MK, BA Israel, SJ Schurman. 1992. An action research approach to workplace health: Integrating methods. *Health Educ Q* 19(1):55-76.
- Janssen, W. 1994. Seat-belt wearing and driving behavior: An instrumented-vehicle study. Accident analysis and prevention. *Accident Anal. Prev*. 26: 249-261.
- Jenkins, EL, SM Kisner, D Fosbroke, LA Layne, MA Stout, DN Castillo, PM Cutlip, R Cianfrocco. 1993. *Fatal Injuries to Workers in the United States, 1980-1989: A Decade of Surveillance*. Cincinnati, Ohio: NIOSH.
- Johnston, JJ, GTH Cattleledge, JW Collins. 1994. The efficacy of training for occupational injury control. *Occup Med: State Art Rev* 9(2):147-158.
- Kallberg, VP. 1992. *The Effects of Reflector Posts on Driving Behaviour and Accidents on Two-lane Rural Roads in Finland*. Report 59/1992. Helsinki: Centro Nacional Finlandés de Desarrollo Técnico de la Administración de Carreteras.
- Kjellén, U, J Hovden. 1993. Reducing risks by deviation control—a retrospective into a research strategy. *Saf Sci* 16:417-438.
- Kjellén, U, TJ Larsson. 1981. Investigating accidents and reducing risks—a dynamic approach. *J Occup Acc* 3:129-140.
- Kjellén, U. 1984. The deviation concept in occupational accident control. Part I: Definition and classification; Part II: Data collection and assessment of significance. *Accident Anal Prev* 16:289-323.
- Last, JM. 1988. *A Dictionary of Epidemiology*. Nueva York: Oxford University Press.
- Lehto, MR, D Clark. 1990. Warning signs and labels in the workplace. En *Workspace, Equipment and Tool Design*, dirigido por A Mital y W Karwowski. Amsterdam: Elsevier.
- Lehto, MR, JM Miller. 1986. *Warnings: Volume I: Fundamentals, Design, and Evaluation Methodologies*. Ann Arbor, Michigan: Fuller Technical Publications.
- Lehto, MR. 1992. Designing warning signs and warning labels: Part I—Guidelines for the practitioner. *Int J Ind Erg* 10:105-113.
- Leplat, J. 1978. Accident analyses and work analyses. *J Occup Acc* 1:331-340.
- MacKenzie, EJ, DM Steinwachs, BS Shankar. 1989. Classifying severity of trauma based on hospital discharge diagnoses: Validation of an ICD-9CM to AIS-85 conversion table. *Med Care* 27:412-422.
- Manning, DP. 1971. Industrial accident-type classifications—A study of the theory and practice of accident prevention based on a computer analysis of industrial injury records. Tesis M.D., Universidad de Liverpool.
- McAfee, RB, AR Winn. 1989. The use of incentives/feedback to enhance work place safety: A critique of the literature. *J Saf Res* 20:7-19.
- Mohr, DL, D Clemmer. 1989. Evaluation of an occupational injury intervention in the petroleum industry. *Accident Anal Prev* 21(3):263-271.
- National Committee for Injury Prevention and Control. 1989. *Injury Prevention: Meeting the Challenge*. Nueva York: Oxford University Press.
- National Electronic Manufacturers Association (NEMA). 1982. *Safety Labels for Padmounted Switch Gear and Transformers Sited in Public Areas*. NEMA 260. Rosslyn, Virginia: NEMA.
- Occupational Health and Safety Administration (OSHA). 1985. *Specification for Accident Prevention Signs and Tags*. CFR 1910.145. Washington DC: OSHA.
- . 1985. *[Chemical] Hazard Communication*. CFR 1910.1200. Washington DC: OSHA.
- Occupational Injury Prevention Panel. 1992. Occupational injury prevention. In *Centers for Disease Control. Position Papers from the Third National Injury Control Conference: Setting the National Agenda for Injury Control in the 1990s*. Atlanta, Georgia: CDC.
- Organización Internacional de Normalización (ISO). 1967. *Symbols, Dimensions, and Layout for Safety Signs*. ISO R557. Ginebra: ISO.
- . 1984. *Safety Signs and Colors*. ISO 3864. Ginebra: ISO.
- . 1991. *Industrial Automation Systems—Safety of Integrated Manufacturing Systems—Basic Requirements (CD 11161)*. TC 184/WG 4. Ginebra: ISO.
- . 1994. *Quality Management and Quality Assurance Vocabulary*. ISO/DIS 8402. París: Association française de normalisation.
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). 1990. *Behavioural Adaptation to Changes in the Road Transport System*. París: OCDE.
- Rasmussen, J, K Duncan, J Leplat. 1987. *New Technology and Human Error*. Chichester: Wiley.
- Rasmussen, J. 1982. Human errors. A taxonomy for describing human malfunction in industrial installations. *J Occup Acc* 4:311-333.
- Reason, JT. 1990. *Human Error*. Cambridge: CUP.
- Rice, DP, EJ MacKenzie y cols. 1989. *Cost of Injury in the United States: A Report to Congress*. San Francisco: Institute for Health and Aging, Universidad de California; y Baltimore: Injury Prevention Center, Universidad Johns Hopkins.
- Robertson, LS. 1992. *Injury Epidemiology*. Nueva York: Oxford University Press.
- Saari, J. 1992. Successful implementation of occupational health and safety programs in manufacturing for the 1990s. *J Hum Factors Manuf* 2:55-66.
- Schelp, L. 1988. The role of organizations in community participation—prevention of accidental injuries in a rural Swedish municipality. *Soc Sci Med* 26(11):1087-1093.
- Shannon, HS. 1978. A statistical study of 2,500 consecutive reported accidents in an automobile factory. Tesis doctoral, Universidad de Londres.
- Smith, GS, H Falk. 1987. Unintentional injuries. *Am J Prev Medicine* 5, Supl.:143-163.
- Smith, GS, PG Barrs. 1991. Unintentional injuries in developing countries: The epidemiology of a neglected problem. *Epidemiological Reviews*:228-266.
- Society of Automotive Engineers (SAE). 1979. *Safety Signs*. SAE J115: SAE.
- Steckler, AB, L Dawson, BA Israel, E Eng. 1993. Community health development: An overview of the works of Guy W. Stewart. *Health Educ Q* Supl. 1: S3-S20.
- Steers, RM, LW Porter. 1991. *Motivation and Work Behavior* (5ª ed). Nueva York: McGraw-Hill.
- Surry, J. 1969. *Industrial Accident Research: A Human Engineering Appraisal*. Canadá: Universidad de Toronto.
- Tollman, S. 1991. Community-oriented primary care: Origins, evolutions, applications. *Soc Sci Med* 32(6):633-642.
- Troup, JDG, J Davies, DP Manning. 1988. A model for the investigation of back injuries and manual handling problems at work. *J Soc Occup Med* 10:107-119.
- Tuominen, R, J Saari. 1982. A model for analysis of accidents and its applications. *J Occup Acc* 4.
- Veazie, MA, DD Landen, TR Bender, HE Amandus. 1994. Epidemiologic research on the etiology of injuries at work. *Ann Rev Pub Health* 15:203-21.
- Waganaar, WA, PT Hudson, JT Reason. 1990. Cognitive failures and accidents. *Appl Cogn Psychol* 4:273-294.
- Waller, JA. 1985. *Injury Control: A Guide to the Causes and Prevention of Trauma*. Lexington, Massachusetts: Lexington Books.
- Wallerstein, N, R Baker. 1994. Labor education programs in health and safety. *Occup Med State Art Rev* 9(2):305-320.
- Weeks, JL. 1991. Occupational health and safety regulation in the coal mining industry: Public health at the workplace. *Annu Rev Publ Health* 12:195-207.
- Westinghouse Electric Corporation. 1981. *Product Safety Label Handbook*. Trafford, Pensilvania: Westinghouse Printing Division.
- Wilde, GJS. 1982. The theory of risk homeostasis: Implications for safety and health. *Risk Anal* 2:209-225.
- . 1991. Economics and accidents: A commentary. *J Appl Behav Sci* 24:81-84.
- . 1988. Risk homeostasis theory and traffic accidents: propositions, deductions and discussion of dissemination in recent reactions. *Ergonomics* 31:441-468.
- . 1994. *Target Risk*. Toronto: PDE Publications.
- Williamson, AM, A-M Feyer. 1990. Behavioural epidemiology as a tool for accident research. *J Occup Acc* 12:207-222.

Work Environment Fund [Arbetarskyddsfonden]. 1983. *Olycksfall i arbetsmiljön—Kartläggning och analys av forskningsbehov* [Accidentes en el lugar de trabajo—encuesta y análisis]. Solna: Arbetarskyddsfonden

Otras lecturas recomendadas

- Andersson, R, B Johansson, K Lindén, L Svanström. 1978. Development of a model for research on occupational accidents. *J Occup Acc* 1.
- Apple, J. 1972. *Materials Handling Systems Design*. Nueva York: The Ronald Press.
- Bainbridge, L. 1983. Ironies of automation. *Automatica* 19:775-779.
- Bamber, L. 1979. Accident costing in industry. *Health and Safety at Work* (Croyden) 2/4:32-34.
- Barnett, R, D Brickman. 1986. Safety hierarchy. *J Saf Res* 17:49-55.
- Booth, R. 1979. Making factories safe for forklift truck drivers. *Occup Health* 4:193-197.
- Collinson, IL. 1980. Safety—the cost of accidents and their prevention. *The Mining Engineer* (Londres), 561-571.
- Corbett, JM. 1988. Ergonomics in the development of human-centred AMT. *Appl Ergon* 19:35-39.
- Diekershoff, K, W Hamacher, G Kliemt. 1986. Gefährdungen und Belastungen beim innerbetrieblichen Transport und Verkehr. *Die Berufsgenossenschaft* 7:378-384.
- Franke, A, S Joki. 1975. Die volkswirtschaftlichen Kosten der Arbeitsunfälle [Coste económico de los accidentes profesionales]. *Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung*. Forschungsbericht Nr. 148. Dortmund: Marten.
- Goodstein, LP, HB Anderson, SE Olsen. 1988. *Tasks, Errors and Mental Models*. Londres: Taylor & Francis.
- Häkkinen, K. 1992. Failures in materials handling systems with the framework of EN 292. En *Proceedings of the Fourth International Conference on Structural Failure, Product Liability and Technical Insurance, Technical University Vienna July 6-9, 1992*, dirigido por HP Rossmanith. Amsterdam: Elsevier.
- . 1991. Accidents and technological change in materials handling. En *XIth World Congress on Occupational Safety and Health, Hamburg 6-11 May 1990, proceedings*. Sankt Augustin: OIT.
- Hale, AR, M Hale. 1970. Accidents in perspective. *Occup Psychol* 44:115-122.
- Health and Safety Executive. 1992. *Road Transport in Factories and Similiar Workplaces*. Guidance Note GS9(R). Londres: HMSO.
- . 1982. *Transport Kills. A Study of Fatal Accidents in Industry 1978-1980*. Londres: HMSO.
- Hollnagel, E, D Woods. 1983. Cognitive systems engineering: New wine in new bottles. *Int J Man Mach Stud* 18:593-600.
- Kidd, P. 1994. Skill-based automated manufacturing. En *Organization and Management of Advanced Manufacturing Systems*, dirigido por W Karwowski y G Salvendy. Nueva York: Wiley.
- Kuivainen, R. 1990. The impact on safety of disturbances in flexible manufacturing systems. En *Ergonomics of Hybrid Automated Systems II*, dirigido por W Karwowski y M Rahimi. Amsterdam:Elsevier.
- LeNet, M. 1978. Le prix de la vie humaine [The cost of a human life]. *Notes et études documentaires*. No. 4455. Paris: La Documentation française.
- Miller, JM, MR Lehto, JP Frantz. 1994. *Warnings and Safety Instructions: Annotated and Indexed*. Ann Arbor, MI: Fuller Technical Publications.
- Rasmussen, J. 1983. Skills, rules, and knowledge: signals, signs, and symbols, and other distinctions in human performance models. *IEEE T Syst Man Cyb* 13(3):257-266.
- Sinclair, TC. 1972. *A Cost-effectiveness Approach to Industrial Safety*. Londres: HMSO.
- . 1975. *Safety Alert Symbol for Agricultural, Construction, and Industrial Equipment*. SAE J284: SAE.
- . 1983. *Slow Moving Vehicle Identification Emblem*. SAE J943: SAE.
- Sugimoto, N. 1987. Subjects and problems of robot safety technology. En *Occupational Safety and Health in Automation and Robotics*, dirigido por K Noro. Londres:Taylor & Francis.