



GERARD L.M. VAN WIJK
Psicólogo
Investigador Científico del Instituto de
Seguridad de los Países Bajos (Amsterdam)
Presentación y Traducción de Angel Arévalo Barroso

El proceso del accidente, un modelo del sistema.

PRESENTACION

En el marco del convenio de colaboración internacional sobre publicaciones de prevención de los riesgos del Trabajo (1) superamos hoy el primer paso, ya establecido de información e intercambio de publicaciones, para pasar a una segunda etapa de intercambio y publicación de programas, investigaciones y artículos de colaboradores ajenos a nuestra revista.

En efecto, el Instituto de Seguridad de los Países Bajos (Veiligheidsinstituut) nos envían a Salud y Trabajo un primer artículo (el que hoy insertamos) cuya publicación representa para nosotros no sólo la difusión entre los profesionales españoles de un trabajo científico de considerable valor sistematizador para la problemática de la siniestralidad, sino también la concreción del primer exponente evidente del espíritu de cooperación que anima a todos los prevenicionistas del mundo en orden a la adición de esfuerzos auténticamente científicos y técnicos frente al motivo que define nuestra profesión.

Y es que la profesión del prevenicionista y la tecnología pluridisciplinar en la que se asientan sus actividades, carecen ambas de reservas ante una posibilidad de cooperación internacional. Todos los prevenicionistas nos enfrentamos al mismo problema esencial: los riesgos y sus efectos. Y todos tenemos una misma base operativa sobre la que buscamos asentar nuestra actividad: el estudio, la racionalización del tema, su sistematización científica y el desarrollo de programas de investigación que, debidamente contrastados, permitan nuestro progreso funcional y el de la misión que desarrollamos para el servicio de la sociedad que nos acoja.

Entre los numerosos programas de investigación a que hacíamos referencia, el espíritu de cooperación internacional en prevención nos permite hoy presentar un importante trabajo orientado hacia la sistematización científica que se hace necesaria para el progreso de nuestra especialidad.

(1) El mencionado convenio se plasma y emprende su andadura en una reunión celebrada en Bucarest (Rumania) entre 37 representantes de más de cincuenta publicaciones especializadas en prevención correspondientes a veintinueve países, durante el mes de mayo de 1977, con motivo del VIII Congreso Mundial de Accidentes y Enfermedades del Trabajo.

Dicho programa responde al intento de definición análisis y construcción de un modelo sistemático para el estudio y resolución del principal problema que tienen planteado los prevenciónistas: el accidente (2).

Van Wijk plantea su modelo de accidente desde la concepción del sistema de interacciones complejas por el que el hombre se ve inmerso en la problemática de potencial siniestralidad. Sitúa en dicho modelo de sistema al hombre y a las cosas, los factores ambientales y materiales y sus posibles degradaciones, efectos y encadenamiento, para analizar, finalmente, las posibilidades de acción preventiva en las cinco líneas de eficacia del modelo.

El intento no queda en loable, sino que alcanza validez general y, sobre todo, auténtica base científica para la aplicación práctica de la pragmática operativa de la prevención y ello con independencia de que, a nivel personal, podamos estar en desacuerdo o no con sus conclusiones.

Agradecemos efusivamente al Señor Lek, del Veiligheidsinstituut de Holanda, la oportunidad que nos ofrece de publicar este trabajo, y confiamos que no sea el último que podamos intercambiar en bien de la prevención.

(2) Otros trabajos y programas dirigidos al mismo objetivo son sumerosos y notables. Cabe remitir al lector a los debidos a Frank E. Bird, dirigido al Control de Pérdidas, los de Mastromateo, de base ergonómica, los de Andreoni y tantos otros como los relacionados en la bibliografía del artículo de Van Wijk.

CUATRO DEFINICIONES DEL ACCIDENTE

Heinrich

El accidente es un acontecimiento fortuito e imprevisible, con ocasión del cual la acción o la reacción de un objeto, de una radiación, se traduce en lesiones o en riesgo de lesiones personales (1931-1959).

Winsemius

El accidente se concibe como una perturbación inesperada de las interacciones entre el individuo y su

situación, acompañándose de heridas y/o daños (1958).

Van Leenwen

La seguridad es la medida en la que la acción y los medios de acción son susceptibles de evitar las pérdidas de disponibilidad (1968).

Leplat

El accidente es un disfuncionamiento del sistema (1967). Como la Ergonomía tiene por objeto estudiar el sistema que sustenta las relaciones Hombre-Máquina-Entorno no es inútil analizar esta definición desde un punto de vista ergonómico.

¿Qué es un sistema?

- Un sistema es la interacción de varias funciones tendentes hacia uno o varios objetivos.
- Un sistema es dinámico.
- Un sistema está formado por un conjunto de funciones (subsistemas) y forma a su vez un subsistema de un conjunto mayor.

- Un sistema está en interacción con otros sistemas que forman parte del mismo conjunto mayor.
- Un sistema presenta aspectos jurídicos, económicos, físicos, químicos, biológicos, fisiológicos, médicos, psicológicos, sociales, filosóficos, éticos, teológicos y morales.
- Un sistema exige pues un tratamiento pluridisciplinario.

CAUSAS Y EFECTOS DEL ACCIDENTE

El accidente, el "cuasi-accidente" o incidente y el "azar"

Es importante señalar que gran cantidad de definiciones del accidente no indican las consecuencias del mismo. Esta omisión se debe al hecho de que se suele atribuir a dichas consecuencias un carácter, a menudo, muy "aleatorio": cuando un albañil deja caer un ladrillo desde lo alto de su andamio, se trata de un accidente o de un incidente, según lo que se encuentra por "azar" al final de la trayectoria. El accidente recibe la rúbrica de hechos diversos si es un niño el que recibe una piedra sobre su cabeza. Si esta

piedra acaba simplemente por hundirse en la arena, se tratará de un incidente sin gran interés.

La gravedad del accidente y del incidente está ligada a factores "aleatorios" tales como el hecho de que el niño pasaba por allí en el momento preciso. Por "aleatorio" o no se entiende, en el fondo, otra cosa que el hecho de que un acontecimiento es el resultado de numerosos factores sobre los cuales carecemos de conocimiento y de los que ignoramos (todavía) su alcance.

El azar es lo que es "ineluctable", "lo que no se puede evitar", lo que llega por la fuerza de las cosas o, como dicen los americanos, "el hecho de Dios" (Andriessen, 1974).

Multicausalidad, co-determinación e interdependencia

Las definiciones del accidente muy frecuentemente suelen hacer intervenir tres elementos (Andriessen 1974):

- 1) La interacción de diversos factores como causa originaria.
- 2) El carácter inopinado y en consecuencia imprevisible del acontecimiento.
- 3) Las pérdidas materiales y/o las lesiones personales que resultan del accidente.

Así, Winsemius ve el accidente como "el resultado de una coincidencia de factores determinantes de los que cada uno constituye aisladamente, condición necesaria, pero jamás suficiente, para desencadenar el mismo" (Winsemius, 1958).

Andriessen (1974) habla a propósito de esto, de "multicausalidad" y de "codeterminación".

Efectos y causas en las estadísticas

Las estadísticas de accidentes muestran que la práctica totalidad de los casos se encuentra clasificada en función de sus consecuencias médicas. Pasa lo mismo para las estadísticas de los accidentes de trabajo. Desde el punto de vista de las acciones de prevención a emprender, el conocimiento de las consecuencias es tan importante como el de las causas originarias.

Sin embargo, en no pocos casos, estas nociones se confunden. Si se puede morir tanto a consecuencia de un paso en falso como por causa de una asfixia, la muerte no entra en la misma categoría que el hecho de tropezar y el de estar inmerso en una atmósfera sofocante (Winsemius, 1958).

MODELO DE ACCIDENTE

Consideramos ahora el modelo de accidente representado en la figura 1.

De acuerdo con Leplat, definiremos el accidente como un disfuncionamiento del sistema. Ilustraremos nuestro modelo con un ejemplo concreto, un accidente de carretera, puesto que la situación del tráfico automovilístico nos interesa en la práctica muy de cerca (1).

La figura 2 representa una acción, en virtud de la cual un automóvil (a) se desplaza a una velocidad dada en el sentido de la flecha. El Sol (b) se sitúa cerca del horizonte y, a la derecha en la curva, se sitúa un árbol de grandes dimensiones (c); otro automóvil se aproxima en sentido contrario (d).

La acción y su fin

Partimos de la noción de "acción" (para conducir, circular).

Esta acción tiene un fin que es, por ejemplo, llegar a tiempo al trabajo. Distinguimos entonces, de

(1) El autor emplea como ejemplo del modelo un caso normal de circulación en carretera, sin que el modelo se resienta de generalidad en su aplicación a cualquier caso laboral o no.

acuerdo con el INRS, sucesivamente:

La o las personas, es decir, el o los que actúan (el automovilista (a)).

La o las cosas que concurren en la acción: el automóvil, la carretera, la curva.

El entorno (sol, árbol) y el medio social (el correspondiente al o a los que actúan). Entorno y medio social forman juntos: la situación.

La o las normas o las reglas que rigen la acción: mantener la derecha, aflojar la marcha al aproximarse a la curva, etc.

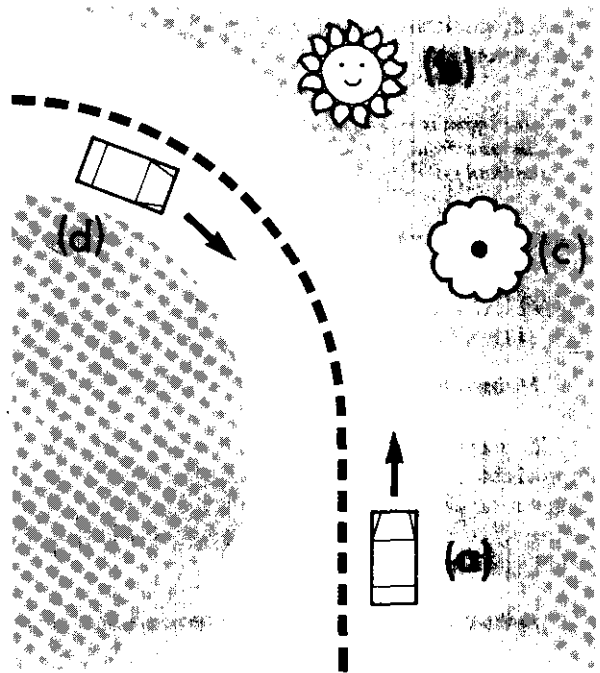


FIGURA 2

Croquis de una situación de circulación en carretera, en la que un automóvil (a) se desplaza a una velocidad dada en el sentido de la flecha. El sol (b) se sitúa cerca del horizonte y un árbol grande (c) se erige a la derecha en la curva; un vehículo (d) llega en sentido contrario.

Las variables e invariables

El cuadro que, en conjunto, indica las correlaciones entre variables e invariables muestra que ciertos elementos de la acción son susceptibles de cambiar: la posición del sol (que cambia con la hora) y aún las condiciones físicas y el comportamiento del conductor. Por el contrario, desde el punto de vista práctico, el emplazamiento del árbol es invariable.

Graduaciones y niveles de potencialidad de los factores de perturbación:

Podemos distinguir, igualmente, graduaciones y niveles de potencialidad de los factores que determinan la perturbación. Existen, factores de primer grado que provocan directamente la perturbación, factores de segundo grado que determinan los de primer grado, y así sucesivamente.

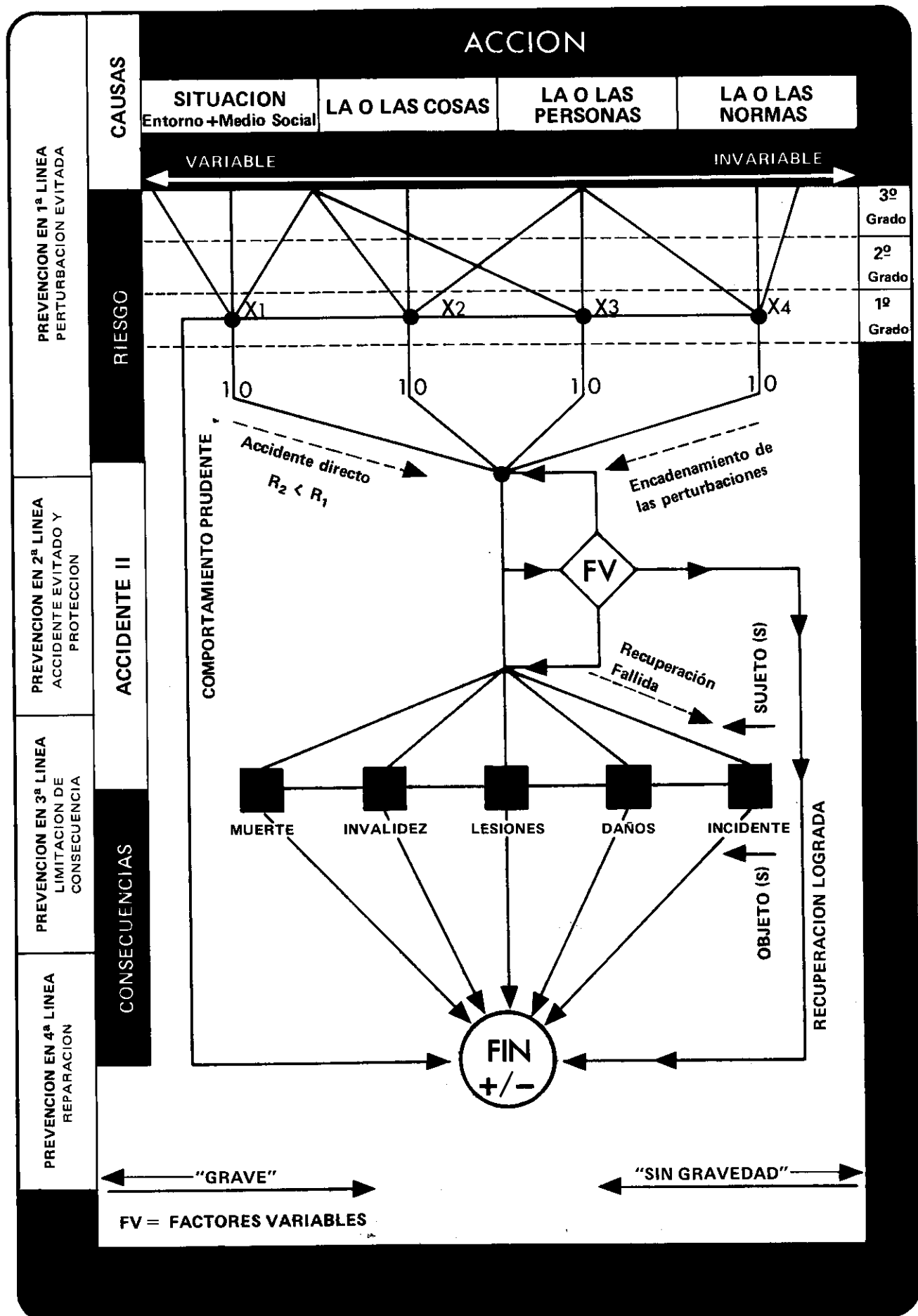


FIGURA 1
Modelo del accidente

En el ejemplo, el hecho de que el automovilista tome la curva en el momento fijado, es considerado como un factor de primer grado, que resulta de factores de 2º grado tales como su velocidad media, su destino y hora de su partida. Esta última está marcada a su vez por la hora en que el automovilista ha desayunado y por el hecho de que tardó en vestirse, etc. (factores de 3º grado).

Interdependencia de los factores del accidente

Como destaca en el esquema de la figura 1, una red de líneas ramificadas se extiende desde el cuadro "acción" hacia las finalidades, el fin de la acción, este *entramado* representa el desarrollo de la acción.

Las líneas trazadas indican la dependencia recíproca (interdependencia) de los factores causales en la acción. En nuestro ejemplo, el estado de los neumáticos en relación con las cualidades antideslizantes de la calzada y con la marcha del vehículo y también con el calor del sol que puede reblandecer el revestimiento de la calzada.

Coincidencia de factores en un riesgo potenciado (R1), (primera coincidencia de Winsemius = I), con o sin perturbación consecutiva.

A la derecha de la figura 1, constatamos que en un momento dado, existe un número de u factores X ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n=1$) que provocan un riesgo potenciado (R) la acción.

Es decir, la situación ha llegado a ser más peligrosa de lo normal, cuando la acción rodeada por el sistema comporta un riesgo menor (R_1, R_2).

En nuestro ejemplo, la perturbación resulta del hecho de que el automovilista es deslumbrado por el sol.

Si $X_1, X_2, \dots, X_n=1$, es decir, en el caso del riesgo potenciado R_1 , (R_1, R_2), se tiene la primera coincidencia de Winsemius. En efecto, Winsemius definió tal coyuntura de hechos como sigue: "El accidente se concibe como la resultante de una coincidencia de factores determinantes que constituyen cada uno aisladamente una condición necesaria, pero jamás suficiente, para desencadenar un accidente". Entre estos factores y el accidente en sí, no existe ninguna auténtica relación de causa-efecto, sino una relación estadística y, a propósito de esto, podríamos admitir que ciertos conjuntos de factores determinantes tienen una cierta potencialidad de accidente, pues crean ciertos riesgos de accidente. Estos riesgos se encuentran limitados por:

- 1) La naturaleza y el carácter más o menos completo de la combinación de factores del accidente.
- 2) Por la eventualidad que tiene esta combinación de "realizarse" efectivamente en una situación dada.

La industria química da para ello más o menos, esta definición:

Riesgo = Azar multiplicado por Efecto ($R=AxE$).

El riesgo potenciado (R) o la primera coincidencia (I) puede entrañar o constituir la perturbación.

Esta perturbación obstruye el curso previsto de la acción. Si uno de los factores toma un valor nulo (X_1 ó X_2 ó X_3 ó $X_i=0$), no habría lugar a un riesgo potenciado ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n=0$), pues $R_1=0$. Veremos inmediatamente que este dato va a constituir un punto de partida importante para el estudio de la prevención.

De la perturbación al accidente (2ª coincidencia = II).

¿Como se desarrolla, a continuación, el proceso que lleva de la perturbación al accidente? Definiremos ahora el accidente como coincidencia real o segunda coincidencia, como contacto, en el sentido de que las consecuencias lleguen a ser negativas (lesiones, daños, etc.).

Describiremos pues las diferentes posibilidades existentes en el proceso que lleva de la perturbación al accidente, como sigue, basándonos en la actividad mencionada del caso de circulación de carretera. Queda dicho que una perturbación no es, necesariamente, seguida de un accidente.

Accidente directo

Es el accidente sin posible intervención, es decir, la perturbación es inmediatamente seguida del efecto. El sujeto entra en contacto con el objeto. En nuestro ejemplo, el automovilista (sujeto) está deslumbrado, su velocidad elevada le prohíbe reaccionar y va a estrellarse contra el árbol (objeto). Enseguida llegan las consecuencias: el automovilista muere, queda inválido o no resulta más que ligeramente herido y su vehículo (sujeto) se destroza o queda ligeramente averiado.

Factores variables (acciones improvisadas, frecuentemente), intento de retorno al proceso normal: recuperación.

Amenudo, se *hace posible*, todavía, anular los efectos de la perturbación. Tenemos en cuenta que haciendo intervenir factores variables, éstos tienen frecuentemente el carácter de acciones improvisables. Caben entonces tres posibilidades.

Fracaso del intento de recuperación

La tentativa de *recuperación resulta* vana y el sujeto entra en colisión con el objeto. En nuestro ejemplo, le queda al conductor la ocasión de dar un frenazo, pero tal no basta para evitar la colisión.

Encadenamiento de perturbaciones

La *recuperación tiene lugar*, pero provoca una nueva perturbación. Ejemplo: el conductor frena, pero el vehículo derrapa (encadenamiento de perturbaciones) y *puede* evitar la colisión con el coche que viene en sentido contrario y aún la salida de la calzada (otro accidente directo).

Éxito de la tentativa de recuperación

La recuperación tiene lugar; por ejemplo, el automovilista llega a poder frenar y el vehículo queda sobre el carril derecho, sin derrapar.

Comportamiento prudente

Llamamos "prudente" al comportamiento previsor que consiste en actuar antes de la perturbación. Se ven llegar las cosas lo que modifica en consecuencia el comportamiento: es la anticipación.

En nuestro ejemplo, el conductor se anticipa si abate su parasol antes de comenzar la curva. Este comportamiento prudente crea, sin embargo, nuevos riesgos, pero éstos se juzgan menores que los riesgos existentes inicialmente, sucede que $R_2 < R_1$.

En el ejemplo, la eventualidad de una nueva perturbación resulta, por ejemplo, de la reducción del campo visual por el parasol.

Incidente o "cuasi-accidente".

La perturbación que de lugar al accidente no lleva forzosamente a lesiones o a daños. Se trata entonces de un incidente o "cuasi-accidente".

Fin de la acción

El fin de la acción será probablemente alcanzado en el caso de comportamiento prudente y de recuperación lograda. En ciertos casos, sin embargo, el fin puede ser alcanzado igualmente antes del accidente.

El hecho es evidente en el caso del incidente que no provoca ni lesiones ni daños. En efecto, el "cuasi-accidente" no ha tenido consecuencias fatales gracias a que el "azar" ha intervenido. El fin de la acción puede todavía ser alcanzado si son personas distintas al agente las que resultan heridas; este hecho es ilustrado por el albañil de nuestro primer ejemplo, el que dejaba caer un ladrillo.

Pero el fin de la acción puede ser alcanzado también en un número limitado de casos, cuando el agente resulta herido, incluso muerto. Esto sucederá únicamente si la perturbación y el accidente se producen inmediatamente después de que el fin es alcanzado. Un ejemplo podría estar constituido por el accidente de alguien que, izado sobre un improvisado andamio, está en trance de coger un objeto situado en lo alto por encima de él. El imprudente podrá caer y aún romperse el cráneo en el mismo momento en que el fin propuesto es alcanzado.

LA PREVENCIÓN EN EL MODELO

Según el lugar de la intervención en el proceso, la acción de prevención a prever se encuentra indicada en la parte baja del esquema de la figura 1.

Distinguimos cinco posibilidades:

Prevención en primera línea

Prevenir la perturbación, lo que se logra adoptando un comportamiento prudente o anticipándose a

dicha perturbación.

Prevención en segunda línea

Prevenir el accidente, lo que se hace a menudo protegiendo al sujeto.

A este nivel, distinguimos:

Los medios de protección individual

Tales como cascos, gafas y cinturones de seguridad.

Los medios de protección general o colectiva

Tales como: redes de seguridad, parapetos.

Improvisación

La respuesta sin preparación.

Neutralización del objeto

Es decir, reducir sus causas de inseguridad al objeto de evitar las lesiones o daños resultantes de su papel desempeñado en el caso.

Prevención en tercera línea

Limitar las lesiones o daños provocados por el accidente. Ejemplos: disponer de los números de teléfono del servicio médico, de policía de socorro y de bomberos; instalación de extintores portátiles, realización de cadenas de socorro en caso de desgracia implantación de una organización médica eficaz, etc.

Prevención en cuarta línea

La rapidez y la eficacia de los primeros auxilios en caso de lesiones personales o de pérdidas materiales son, igualmente, formas de prevención en la medida en que esas intervenciones atenuan la gravedad de las consecuencias del accidente y evitan las acciones improvisadas que son, a su vez, generadoras de accidentes.

Recuperación de lesionados

Asegurar la recuperación de la función lesionada de cara a una reinserción óptima en el sistema, al objeto de que el herido pueda volver al funcionamiento correcto y eficaz en el marco de la actividad.

CONCLUSIONES

80, 18, 2% de las causas...

Del esquema resulta que las causas que originan una perturbación y, en consecuencia un accidente, revisten un carácter complejo, estas causas son, efectivamente, numerosas y frecuentemente interdependientes unas de otras. Se podría clasificar la cuestión, simplistamente, diciendo que, como se suele afirmar

- El 80% de los accidentes son imputables al

hombre.

- El 18%, a las máquinas, materiales y útiles.
- El 2%, simplemente, a la "fatalidad".

Eliminación de las causas: ($X_i=0$)

Toda actividad cuenta con diversos factores susceptibles de conjugar sus efectos y de engendrar una perturbación. El estudio de los accidentes debe, pues, tener en cuenta los factores capaces de contribuir tanto a un crecimiento de los riesgos como a una perturbación. Dado que cada una de las causas *actuante* (factores potenciales de perturbación) debe intervenir para desencadenar la perturbación ($X_1 \cdot X_2 \dots X_n = 1$), nos podremos contentar con reducir definitivamente a cero uno de los factores determinantes.

Está claro que no se puede tener conocimiento de todos los factores de perturbación. Siempre, *cuantos más se conocen y se suprimen, menos riesgos de accidentes permanecen.*

Anticipación

La anticipación, es decir, la capacidad de *apreciar avanzadamente* los riesgos que se corren y de *actuar en consecuencia* (actuación adecuada), constituye todavía el mejor medio para evitar el accidente.

Las soluciones que se imponen a este efecto, son evidentemente:

- *La voluntad* de observar las reglas de seguridad (motivación), y
- el *conocimiento* de esas reglas de seguridad.

Por fin, la *posibilidad* de adoptar una actividad prudente es decir, de seguir la "*marcha*" que consiste en observar las reglas de seguridad, debe efectivamente estar presente.

DEFINICION DEL CONCEPTO DE ACCIDENTE

Podríamos dar al accidente la definición siguiente:

"El accidente es un disfuncionamiento del sistema que da lugar a lesiones personales y/o a daños materiales":

DEFINICION DEL CONCEPTO DE SEGURIDAD

Habíamos comenzado el artículo con definiciones y vamos a concluir con otra:

"La seguridad consiste en tomar conocimiento de los riesgos aceptables" (Spaan).

Hay muchas otras definiciones posibles, pero la que damos tiene el mérito de introducir algunos factores que estimamos esenciales, a saber:

- Es cuestión de elección posibilista (los riesgos son más o menos aceptables) y
- es siempre cuestión de riesgos (la seguridad abso-

luta no existe).

Entre los dos polos de atracción que constituyen la seguridad y la inseguridad se ejerce una especie de tensión continua que hace oscilar la aguja entre el más y el menos. Sobre la base de un sistema de normas, se elige el riesgo más aceptable, el mayor grado de seguridad.

Teniendo conocimiento de las condiciones, se podrá prevenir el accidente (análisis de riesgo). La lucha contra los accidentes se desarrolla desde el plano del diseño y desde la aplicación de las ciencias ergonómicas tendentes al progreso de la seguridad.

BIBLIOGRAFIA

ANDRIESEN, J.H.th.H.

"La seguridad, una cuestión de motivación"
Tesis doctoral, Marburg, 1974

DARMON, M. MONTEAU, M., QUINOT, E. ROHR, D., SZEKELY, J.

"Los factores potenciales de accidentes". Métodos e instrumentos para la prevención de los riesgos industriales.
I.N.R.S., informe núm. 200/RE, 1975

HEINRICH, H.W.

"Prevención de accidentes en la industria"
New York Toronto, London, 1959

INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE ET DE SECURITE

"Los riesgos profesionales. Ensayo de metodología para el desarrollo de acciones de prevención"
I.N.R.S., informe núm. 70/RE, 1973

I.N.R.S.

"El accidente de trabajo no tiene nada de accidental"
1975 I.N.R.S.

I.N.R.S.

"Del accidente a las acciones de prevención; la noción de factores potenciales de accidentes"
Travail et Sécurité 1976, núm. 12

LEEUWEN, C.J. VAN

"La seguridad, una ciencia"
Veiligheidsinstituut Amsterdam, 1975

LEPLAT, J.

"Investigación comunitaria sobre la seguridad en las minas y en la siderurgia; síntesis de investigación desarrolladas en la siderurgia"
Luxemburgo, 1967

MERIC, M., MONTEAU, M., SZEKELY, J.

"Técnicas de gestión de la seguridad" I.N.R.S., informe núm. 243/RE 1976.

MONTEAU, M.

"Ensayo de clasificación de los riesgos profesionales y de las acciones de prevención"
I.N.R.S. nota núm. 900 75, 74, 1974

MONTEAU, M.

"Método práctico de investigación de los factores de accidentes, principio y aplicación experimental"
I.N.R.S., informe núm. 140/RE, 1974

SPAAN, E.

"La seguridad del trabajo organizado, ¿porqué, qué, cómo?"
Veiligheidsinstituut, CA 111; Amsterdam, 1976, 4ª edición revisada.

WINSEMIUS, W.

"Hacia una ciencia de la seguridad; el hombre y la empresa"
1958, XIII, 5, 1959, XIII, 1, 2, 3, 4, 5 y 6; 1960, XV, 1 y 2

WINSEMIUS, W.

"Estructuras de sistemas, perturbaciones y accidentes"
NIPG/TNO. - Ley - Gromingue 1969