

# LA PSICOLOGÍA DE LA SEGURIDAD (I): UN REVISIÓN DE LOS MODELOS PROCESUALES DE INSPIRACIÓN MECANICISTA<sup>1</sup>

JOSÉ LUIS MELIÀ, JORGE JAVIER RICARTE  
Y MARÍA TERESA ARNEO

Facultat de Psicologia.  
Universitat de València.

## Resumen

La Psicología de la Seguridad es un campo emergente, en fuerte desarrollo profesional y científico. Este artículo es la primera parte de una revisión de la literatura sobre modelos teóricos que pretenden explicar el accidente considerando los factores humanos. Los modelos revisados han sido agrupados en líneas de orientación teórica. En esta primera parte se revisan los modelos de secuencias de dominó, modelos de interacción hombre máquina y modelos de error humano. Se incluye una breve descripción de los modelos, un análisis de sus características y una tabla que sintetiza los aspectos más relevantes. El análisis de las características comprende: la génesis del modelo, la orientación global ó específica, los tipos de variables implicadas, la consideración de la dimensión tiempo, el grado de contrastación, la definición de accidente y las técnicas de intervención. Los modelos teóricos deberían cumplir un papel esencial en investigación orientando la evaluación y la intervención. El trabajo muestra la gran diversidad de perspectivas teóricas desde las cuales se ha abordado la explicación del accidente. Sin embargo, éstas aproximaciones carecen en su mayoría, de una validación empírica de sus postulados.

**Palabras clave:** Accidentes, Seguridad, Prevención de accidentes, Modelos.

## Abstract

This paper is the first part of a theoretical models review to explain accidents taking into account human factors. The models reviewed have been set in theoretical lines according to their approach. In this paper have been analysed the domino sequences, the man-machine approach, and the human error models. Each model encloses a narrative description, an analysis about characteristics and a table that summarises the most important features. The characteristics analysis contains: model genesis, global/specific approach, kind of variables involved, time dimension, validation, accident definition, and interventive actions. The synthesis tables embraces: basic variables, major variables, accident direct cause, process outcome, contributions. The theoretical models should guide research, assessment and intervention. This study shows the many different perspectives for explain the accident. However, most of these approaches are in need of an empirical validation.

**Key Words:** Accidents, Safety, Accident-Prevention, Models.

<sup>1</sup>Este trabajo ha sido desarrollado en el marco del proyecto de investigación PS92-0156 de la DGICYT. Dirección: José Luis Melià. Facultat de Psicologia. Blasco Ibañez, 21.46010 València. E-mail: Jose.L.Melia@uv.es

La Psicología de la Seguridad es un campo emergente de aplicación e investigación psicológica orientado al estudio del comportamiento humano en sistemas expuestos a riesgo. En el ámbito de la seguridad laboral, esta especialidad presenta actualmente en nuestro país una considerable demanda de desarrollo profesional impulsada por cambios sociales, actitudinales y legislativos recientes. Tradicionalmente el terreno de la seguridad y la prevención, que es de naturaleza multidisciplinar, ha sido ocupado por otras especialidades profesionales que, a la vez que reconocen y proclaman desde el inicio de la disciplina que entre el 80 y el 95% de los accidentes se deben al factor humano, simultáneamente, mantienen por ciertas y aplican tradicionalmente concepciones carentes de fundamento psicológico o decididamente rechazadas por la investigación. Para los nuevos psicólogos de la seguridad es necesario poner de manifiesto socialmente que la intervención sobre seguridad en el factor humano es un ámbito técnico específico que les corresponde como profesionales especializados en psicología de la seguridad. Sin embargo, como en muchos otros campos de aplicación psicológica, las necesidades de intervención empujan a dar respuestas a la vez que resulta todavía necesario desarrollar una fundamentación teórica específica (Hoyos, 1992) que vaya más allá de la extensión a la seguridad de los conocimientos psicológicos básicos o generales. En este contexto, la presente revisión de la literatura pretende ofrecer una aproximación a las principales orientaciones teóricas, cristalizadas en modelos, que han sido desarrolladas en seguridad laboral. Se presenta una revisión analítica de los principales modelos teóricos explicativos de los accidentes formulados considerando el factor humano. Los modelos han sido clasificados por afinidades teóricas en grandes grupos en función de sus principales características. La revisión se presenta en dos partes. En esta primera se revisarán las aportaciones de los modelos de inspiración mecánica más ligados a las concepciones tradicionales en el campo. En la segunda parte se analizarán modelos de inspiración psicológica que pretenden integrar desarrollos más recientes.

Una suposición implícita de todos éstos modelos es que una comprensión de la cadena de causación suministra la base para los programas de intervención, cuya finalidad es romper el proceso de incubación del accidente para prevenirlo (Dejoy, 1994). Este planteamiento presupone los axiomas de que los accidentes tienen causas, que estas se articulan y desarrollan en procesos de génesis del accidente, que las causas y/o los procesos son sistematizables en modelos y que la comprensión de su impacto puede contribuir a generar estrategias de intervención que alteren las cadenas causales, reduciendo o impidiendo el riesgo de tales accidentes o de sus consecuencias. Con estos supuestos implícitos se ha desarrollado cierto número de modelos comprensivos que intentan estructurar grupos seleccionados de factores en esquemas racionales integradores y explicativos que optan por algún nivel o enfoque de explicación determinado. Los modelos se diferencian por elecciones en el nivel de análisis, por el foco de variables a explicar, y por las variables seleccionadas como explicadoras, entre otros factores. Para Smith y Beringer (1987) los modelos pueden clasificarse en dos grandes clases: modelos secuenciales, que ponen el énfasis en la concatenación de eventos que conducen al accidente, y, modelos explicativos, que seleccionan los grupos de factores ambientales y de tarea que sostienen la producción de accidentes. Sin embargo, los límites entre ambos tipos de modelos son en muchos casos difusos y por ello aquí preferiremos clasificarlos en grandes grupos en función del tipo de componentes explicativos que consideran.

## **1. La metáfora clásica de las fichas de dominó**

«La ocurrencia de una lesión es el resultado, de forma invariable, de una secuencia concreta de factores. El último de éstos, es el accidente en sí mismo» (Heinrich, 1931). Este es el primero de los diez axiomas (tabla 1) con los que Heinrich inaugura las teorías de la causación del accidente basadas en «secuencias de dominó», que incluyen, además del modelo original de

Heinrich, las adaptaciones de Bird (Heinrich, Petersen y Roos, 1980), Weaver (1971, 1980), Adams (1976) y Zabetakis (Heinrich et al. 1980). La metáfora de estos modelos representa las fases-factores que llevan al accidente mediante fichas de dominó dispuestas secuencialmente de modo que la caída de la primera ficha precipita la caída de la fila entera. El accidente es uno de los últimos factores de la secuencia de forma que si eliminamos uno de los factores intervinientes podemos prevenir el accidente al detener la caída del resto de las fichas (Hoyos y Zimolong, 1988). Los factores que considera el modelo de Heinrich son los siguientes: Primero, la herencia y el entorno social. Aquí menciona los rasgos de la personalidad indeseables que provocan el fallo de la persona -imprudencia, avaricia, terquedad, etc.- debidos, según Heinrich, a factores hereditarios o a condiciones del entorno. Segundo, fallo de la persona. Los caracteres de personalidad como temperamento violento, imprudencia o excitabilidad, constituyen razones para cometer actos inseguros o para la existencia de riesgos físicos o mecánicos. Tercero, acto inseguro o riesgo físico/mecánico. Se considerara la causa directa del accidente. Por lo tanto, mediante la extracción de ésta ficha de la secuencia, el fallo de la persona ya no podría producir un accidente. Cuarto, accidente. Define el accidente como «un evento no planeado e incontrolado, en el cual la acción o reacción de un objeto, sustancia, persona o radiación, resulta en una lesión o en la probabilidad de que ello ocurra» (Heinrich et al. 1980). El término incidente es incluido en la definición de accidente mediante la expresión de «probabilidad de ocurrencia del evento». Quinto, lesión. Al incluir en la definición de accidente el término incidente se consideran como posibles consecuencias del mismo las pérdidas materiales, de tiempo, dinero o esfuerzo, además de la lesión. En éstos modelos de proceso, la dimensión tiempo juega un papel fundamental y los factores se suceden en un orden temporal prefijado y lógico (Kjellén, 1984a).

**TABLA 1.- Axiomas de seguridad industrial de Heinrich (Heinrich, Petersen y Roos, 1980; Petersen, 1984)**

- 1.- La ocurrencia de una lesión resulta, invariablemente, de una completa secuencia de factores. El último de ellos es el accidente. El accidente está causado o permitido por el acto inseguro de una persona y/o por riesgo físico o mecánico.
- 2.- Los actos inseguros de las personas son responsables de la mayoría de accidentes.
- 3.- La persona que sufre una lesión causada por un acto inseguro, como promedio escapó 300 veces de una lesión sería como resultado de la repetición del mismo acto inseguro. Igualmente, las personas están expuestas a cientos de riesgos mecánicos antes de sufrir una lesión.
- 4.- La gravedad de una lesión es fortuita, la ocurrencia del accidente puede prevenirse.
- 5.- Los cuatro motivos o razones básicas para la ocurrencia de actos inseguros proveen una guía para la selección de medidas correctivas apropiadas.
- 6.- Hay cuatro métodos básicos válidos para prevenir los accidentes: revisión de la ingeniería, persuadir y convencer, ajuste de personal y disciplina.
- 7.- Los métodos de mayor valor en la prevención de accidentes son análogos a los métodos requeridos para el control de la calidad, coste y cantidad de la producción.
- 8.- La dirección tiene la mayor oportunidad y habilidad para iniciar el trabajo de prevención y debería asumir esta responsabilidad.
- 9.- El supervisor es el hombre clave en la prevención de accidentes industriales. Su aplicación de la supervisión para controlar el desempeño del trabajador es el factor de mayor influencia en la prevención de accidentes.
- 10.- El incentivo humanitario para la prevención de lesiones y accidentes está complementado por dos poderosos factores económicos: (1) lo seguro es eficiente productivamente y lo inseguro es ineficiente; (2) el dinero que el empresario dedica a demandas de compensación por lesiones y por tratamientos médicos es tan solo una quinta parte del coste total de la inseguridad.

Aunque parte de planteamientos obsoletos y poco fundados en materia de psicología, el modelo de dominó de Heinrich introduce, por primera vez, el error humano como factor causal del accidente y sugiere que el control del accidente es un problema de las «cosas» y sobre todo de las personas. Debido a su sencillez y divulgación, el modelo de Heinrich ha tenido y todavía mantiene una considerable influencia sobre los profesionales de la prevención. «Un accidente es el resultado de un acto y/o una condición, siendo, los actos inseguros de las personas, los responsables de la mayoría de los accidentes» (Heinrich, 1931). El modelo le confiere importancia a variables de personalidad del sujeto (temperamento violento, nerviosismo o excitabilidad) aunque también se consideran los factores del entorno que se manifiestan en forma de riesgo mecánico y de condiciones ambientales. Consecuentemente, en el axioma cinco, Heinrich (1931) propone cuatro métodos para la prevención de accidentes: revisión de la ingeniería, persuadir y convencer, ajuste de personal y disciplina, los cuatro últimos de directa afección psicológica.

La primera adaptación de la teoría de dominó la efectuó Bird en 1969 (Heinrich et al. 1980) planteando las siguientes «fichas». Primero, carencia de control y dirección. La palabra control se refiere a la cuarta función de la dirección (planificación, organización, dirección y control). Incluiría la regulación general del proceso y la retención e impedimento de pérdidas. Segundo, causas básicas, orígenes y etiología. Bird incluye aquí los factores personales y de trabajo. Los factores personales se refieren a la falta de conocimiento o habilidad, motivación inadecuada y problemas físicos o mentales. Los factores de trabajo incluyen patrones establecidos incorrectamente, mal uso del equipo, etc. Tercero, causas inmediatas y síntomas. Serían los actos y condiciones inseguros, protección inadecuada, gestión interna insuficiente, posiciones incorrectas, etc. La causa inmediata es solamente un síntoma del problema subyacente, por lo tanto, si atacamos el síntoma sin identificar los orígenes del problema no lograremos un control efectivo. Cuarto, accidente y contacto. A nivel práctico, el accidente es definido por Bird como un evento indeseado que tiene como resultado un daño a la propiedad o una lesión. «El accidente es un «contacto» de un cuerpo o estructura con una fuente de energía (eléctrica, química, cinética, etc.) por encima de su umbral límite, o también un contacto con una sustancia que interfiere con el proceso normal del cuerpo» (Heinrich et al. 1980). El incidente podría reemplazar al accidente, ya que representa mejor una pérdida de control en una secuencia de dominó. Quinto, lesión, daño o pérdida. Abarcaría, además de los daños materiales, todos los daños físicos a personas, incluyendo, tanto lesiones traumáticas y enfermedades como daños mentales, neurológicos y todos aquellos efectos resultantes de la permanencia en el lugar de trabajo. Se proponen una serie de contramedidas para impedir la pérdida de control: desviación, refuerzo, segregación, protección, etc., definidas a partir del concepto de contacto. A su vez, el modelo aporta una serie de contramedidas más genéricas que pretenden disminuir los efectos de la pérdida de control y la previenen a más largo plazo. Entre ellas se mencionan la educación del personal, primera ayuda, y la rehabilitación en caso de daño físico. El énfasis del modelo recae en la pérdida de control por parte de la dirección, a la que sitúa como iniciadora y máxima responsable del accidente, implicando la necesidad de una regulación en las funciones de la dirección (Byrom, 1992).

La segunda adaptación de la secuencia de dominó es la de Adams (1976), que enfatiza los axiomas siete y ocho de Heinrich de modo que las fichas quedan de la siguiente manera. Primero, estructura de la dirección. Comprendería objetivos, apreciaciones, medidas, organización (personal, cadena de mando, autoridad) y operaciones (equipo, procedimientos, entorno, etc.). Estos son los elementos estables de la organización, los que determinan la «personalidad» de la misma, de modo que en gran medida, la estructura de la dirección es un reflejo de las

creencias, objetivos y patrones de la toma de decisiones de la organización. Segundo, errores operacionales. Abarcaría los producidos en el ámbito de la supervisión y la dirección. En el ámbito de la dirección se deben a decisiones tomadas erróneamente o no tomadas en las áreas de política, metas, autoridad, responsabilidad, valoración, delegación y atención. Los que se producen en el ámbito del supervisor, se deben a equivocaciones u omisiones en las áreas de dirección, responsabilidad, autoridad, reglas, entrenamiento, iniciativa, moral y operaciones. Tercero, errores tácticos. Serían los actos inseguros (conducta del empleado) y las condiciones de trabajo (condiciones inseguras) que se producen por los errores operacionales de dirigentes y supervisores. Constituirían la causa directa del accidente. Cuarto, accidente o incidente. Y quinto, lesión o daño causados por el accidente o incidente. Se incluyen como medidas preventivas explícitas, la resolución de problemas técnicos para corregir los errores tácticos y el análisis de la dirección y la planificación de estrategias para la corrección de los errores operacionales. Debido a que se establece como causa remota del accidente la estructura de la dirección, queda implícita la importancia del buen funcionamiento de la misma. Para Adams el papel de la dirección en el proceso de control es elegir la alternativa más económica y efectiva, determinando como hacer el trabajo de modo seguro, pero, además, el modelo incluye todos los niveles de la organización en la secuencia de causación (Petersen, 1984).

La adaptación de la teoría del dominó de Weaver (1971) parte de los segundos cinco axiomas de Heinrich. Esta secuencia presenta las mismas fichas y en el mismo orden en el que lo hacía Heinrich, distinguiendo dos fases generales. El entorno social y el fallo de la persona constituyen los antecedentes del síntoma. El acto inseguro, el riesgo físico o mecánico, el accidente y la lesión forman los síntomas del error operacional. La novedad de éste modelo consiste en centrar la causa del accidente en el error operacional atribuible a la dirección y supervisión. Los accidentes son el resultado de errores operacionales junto con una combinación de actos y condiciones inseguras (Petersen, 1984). Para diagnosticar el error operacional Weaver plantea las siguientes cuestiones: ¿Qué causó el acto y/o condición insegura? (tecnología en seguridad); ¿Por qué el acto y/o condición insegura fue permitido? (política de dirección, confusión de metas, selección de personal, gestión interna, responsabilidad, uso de autoridad, iniciativa, etc.); ¿Es suficiente el conocimiento en seguridad de supervisores y dirigentes para prevenir el accidente?. Las medidas preventivas deben dirigirse a la corrección de los fallos en esos ámbitos, de modo que la prevención se centra en la localización y definición de aquellos errores que producen accidentes y lesiones, incluyendo pérdidas de la propiedad y enfermedades ocupacionales.

El modelo propuesto por Skiba (1973), a partir del trabajo de Hammer (1972), es una formulación centrada en la liberación de energía como causa directa del accidente que no puede considerarse como un modelo de domino, pero que influirá en el modelo de dominó de Zabetakis (Heinrich et al. 1980). El modelo de Skiba presenta cuatro conceptos básicos: persona, objeto, riesgo, y peligro «El riesgo es una clase de energía que puede causar una lesión al trabajador, daños al equipo o a las estructuras, pérdidas de material o una disminución de la habilidad en el desempeño de una función» (Hoyos y Zimolong, 1988). El peligro expresa la relativa exposición al riesgo (Hammer, 1972). Skiba expone ésta idea mediante la superposición de las áreas de riesgo. En éste modelo, tanto el sujeto como el objeto disponen de un área de acción. Cuando se produce una liberación de energía, tales áreas se tornan en «áreas de riesgo». Esto se debe a su vez a condiciones humanas o técnicas de la dirección. Tanto el sujeto como el objeto, disponen de sus respectivos «*carriers*» que en situación de riesgo y tras su interacción, provocan un incremento en la probabilidad de que se produzca un accidente. Esta situación es la que genera un «área de peligro». La colisión entre los portadores de riesgo del hombre y del objeto puede tener como resultado una lesión (Hoyos y Zimolong, 1988).

MODELO	VS. DIRECTRICES	VS. PRINCIPALES	CAUSA DIRECTA ACC.	V. DEPENDIENTE	APORTACIONES
Heinrich, 1931. (modelo de dominó)	Vs. conductuales.	Estirpe y entorno social, fallo persona, acto inseguro o riesgo físico/mecánico, accidente, lesión.	Acto inseguro o riesgo físico/mecánico.	Lesión.	Considera a los accidentes fruto de una cadena de causas, entre las que destaca el error humano.
Bird, 1969. (modelo de dominó)	Vs. conductuales de dirección y supervisión.	Ausencia de control, causas básicas, causas inmediatas, accidente, daño personal o material.	Causa inmediata (sintoma).	Lesión, daño o pérdida.	Sistemas que fallan a nivel de dirección. Distinción entre orígenes y síntomas del problema.
Adams, 1976. (modelo de dominó)	Vs. conductuales de dirección y supervisión.	Estructura dirección, errores operacionales, errores tácticos, incidente/accidente, daño personal/material	Errores tácticos.	Lesión o daño.	Inclusión de todos los niveles de la organización en la secuencia.
Weaver, 1971. (modelo de dominó)	Vs. conductuales de dirección y supervisión.	Estirpe y entorno social, fallo persona, acto o condición inseguro, accidente, lesión.	Acto y/o condición insegura.	Lesión.	Localización y definición del error operacional. Accidente y lesión como síntomas del error operacional.
Skiba, 1973. (modelo de liberación de energía)	Vs. del sujeto y del objeto.	Riesgo del sujeto, riesgo del objeto, peligro.	Liberación de energía.	Peligro con alta probabilidad de accidente.	Definición de riesgo y peligro a partir de la liberación de energía. Interacción sujeto- objeto.
Zabetakis, 1980. (modelo de dominó y de liberación de energía)	Vs. personales y del entorno.	Factores personales y del entorno, acto inseguro, condición insegura, liberación de energía y/o material peligroso, accidente.	Liberación de energía y/o material peligroso	Accidente.	Retroalimentación a partir del accidente.

TABLA 2.- Modelos de dominó y de liberación de energía

Con el antecedente del modelo de Skiba (1973), Zabetakis propuso un modelo de dominó que pone el énfasis en la liberación de energía como causa de los accidentes. El proceso que define es el siguiente. Primero, causas básicas, formadas por tres categorías interrelacionadas: política de la dirección, factores personales y factores del entorno. La política y decisiones de la dirección en seguridad incluiría la producción y metas en seguridad, la asignación de responsabilidad y autoridad, selección de personal, entrenamiento, dirección, supervisión, procedimientos de comunicación, mantenimiento o gestión interna. Los factores personales abarcarían la motivación, habilidad, conocimiento, entrenamiento, desempeño de la tarea o estado físico y mental. Y, por último, los factores del entorno, que recogerían factores como temperatura, presión, humedad, gases, vapores, corrientes de aire, ruido o iluminación. Debido a que éstos tres factores están interrelacionados, los cambios en un factor afectarán a los otros dos restantes. Segundo, causas indirectas o síntomas. Son los actos y condiciones inseguras. Tales factores no producen accidentes por sí mismos, son solamente los síntomas de una pobre política de dirección, controles inadecuados, ausencia de conocimiento, etc. De entre los actos inseguros destacan: uso del equipo inadecuadamente, uso de equipo defectuoso, posición de trabajo inadecuada y consumo de alcohol u otras drogas. De entre las condiciones inseguras destacan las herramientas, equipo o suministro defectuoso, saturación del lugar de trabajo y los sistemas de advertencia inadecuados. Tercero, causas directas. La causa directa del accidente es la liberación de energía o material peligroso. La energía liberada puede ser de muchos tipos: eléctrica, química, térmica, mecánica. Cuando la cantidad de esos materiales o energía es excesiva se produce el accidente. La identificación de las causas directas permite rediseñar el equipo y los materiales, conocer las situaciones peligrosas y proveer a los trabajadores de protección en un esfuerzo para prevenir lesiones. Cuarto, accidente. Se incluirían como posibles consecuencias del accidente la lesión personal y el daño a la propiedad. El modelo plantea como medidas preventivas la identificación y corrección de las causas básicas. Los programas de prevención deberían estar dirigidos a lograr un entorno saludable y seguro, al establecimiento de operaciones adecuadas y de procedimientos de emergencia. El modelo, presenta un equilibrio en cuanto a factores humanos y a condiciones ambientales, ya que ambas son las causas básicas del accidente. Cobran especial relevancia las variables organizacionales que engloban el modelo. Con respecto a otras adaptaciones anteriores de la teoría del dominó, Zabetakis mantiene el énfasis en el papel organizacional de la dirección y considera de una forma más clara, la relevancia de los factores ambientales al situarlos junto con los personales como causa básica del accidente.

## **2. Modelos de interacción hombre-máquina**

Bajo éste apartado se incluyen una serie de modelos también de carácter secuencial que han sido considerados más integrativos por recoger las aportaciones de la teoría de sistemas y el concepto de liberación de energía, introduciendo el concepto de error humano (Hoyos y Zimolong, 1988). Estos modelos analizan el estado del sistema y distinguen dentro de éste dos tipos de situaciones, el equilibrio y la desviación. Estos dos estadios son denominados y conceptualizados de forma distinta por cada uno de los autores. Kjellén (1984) distingue entre estado normal y desviación, Smillie y Ayoub (1976) entre homeostasis y perturbación, y McDonald (1972) entre fase estable e inestable. El sistema se considera como una interacción de elementos humanos y de maquinaria. En general, el proceso que concluye en accidente comienza cuando un desequilibrio afecta al sistema produciendo como resultado una desviación en el mismo.

El modelo de McDonald (1972) comparte con los de Surry (1969), Anderson (1978) y Hale y Glendon (1987) la idea de que es posible definir una situación normal que es segura y a partir de la cual el peligro se desarrolla a través de un proceso de desviación progresiva. El estado

de operación normal se caracteriza por un uso de la máquina por el trabajador competente, en el modo para el que fue diseñada y en condiciones adecuadas. La preplanificación en éste estadio se propone como un tipo de intervención destinada a bloquear el proceso de incremento del riesgo. La siguiente fase es la desviación. Una desviación o desestabilización (Leplat, 1985) es un evento no esperado en el sistema (Hale y Glendon, 1987) que supone que el sistema no puede regresar al estado normal a no ser por una intervención en forma de controles. Una vez iniciada una pérdida de control o desviación hay un período en el que se sigue incrementando el nivel de riesgo en el sistema. Esta es la denominada fase metaestable de McDonald, que en el modelo de Kjellén (1984) se corresponde con la llamada fase inicial. A éste nivel, el sujeto puede intervenir reconociendo los riesgos y puede iniciar acciones para hacer volver al sistema a su estado normal. La siguiente fase es la inestable, que se caracteriza por un cambio en el dinamismo del sistema y supone que el daño, en algún grado, ya es inevitable. En Kjellén (1984) correspondería con la fase concluyente. Aquí, las medidas sólo permiten desviar el flujo de energía, escapar de él o amortiguarlo. Con ello, se logra que se minimice el daño o que sean dañados los elementos del sistema de menor importancia. La división entre fase metaestable e inestable es típica de accidentes que implican liberación de energía. A continuación, aparece la fase de daño. Si los límites que retienen la energía fallan, ésta se libera rápidamente y si se presenta en mayor cantidad de la que el cuerpo humano puede absorber, el proceso de daño ocurre rápidamente. Aquí, las únicas medidas que se pueden tomar son aquellas que reducen el daño limitando, mediante acciones de salvamento, el tiempo en el que el sujeto absorbe la energía. Por último, se llega a una fase de estabilización en la que el sistema y sus componentes vuelven al nivel de operación normal o a un estado de operación modificado por la experiencia del incidente/accidente. Esta fase también contiene las estrategias post-accidente: información, rediseño y nueva fase de formación, que son los enlaces de retroalimentación para rediseñar el sistema, eliminar riesgos inherentes y proporcionar al trabajador mejores sistemas para detectar y corregir las desviaciones (Atherley, 1978). Estos modelos consideran el nivel en el que se encuentra el sistema, los conceptos de control y retroalimentación y el concepto de recuperación. De ésta forma, el peligro es el resultado de una desviación o fallo en el control y se desarrolla a través de un proceso dinámico que conduce al daño. Los sujetos no serían concebidos como elementos pasivos que responden a estímulos externos de forma estereotipada sino que tienen la posibilidad de controlar el riesgo (Hale y Glendon, 1987).

El modelo de Smillie y Ayoub (1976) está basado en buena medida en el modelo propuesto por Hale y Hale (1970), y sitúa el procesamiento humano de la información como un proceso fundamental integrado en el mismo. Considera dos tipos de factores: los primarios, que incluyen la información presentada, esperada y percibida, la acción y el feedback a la situación, y los secundarios, que incluyen la edad, experiencia pasada, clima, tiempo, fallo del equipo, defectos físicos de los trabajadores, etc. Los estados del sistema se sintetizan en homeostasis y perturbación. El concepto de homeostasis proviene de la teoría biológica de la homeostasis generada por Cannon en 1926 y expresa la situación de equilibrio o estado normal del sistema. La perturbación se refiere a influencias externas que producen desviaciones en el sistema que lo conducen a una desadaptación. El sistema comienza con una interacción de componentes humanos y de maquinaria. La integración de los mismos produce una acción. El entorno del lugar de trabajo junto con la acción conducen a la información percibida, que es una función de la información presentada y esperada, siendo la última de ellas la anticipada por el sujeto o expectativa de información. Cuando los tres tipos de información considerados coinciden llevan al sistema a la homeostasis o en caso contrario a la perturbación, en la que el sistema entra en una nueva fase. En ésta situación, pueden entrar en juego una serie de medidas correctivas a aplicar. Tras un proceso de decisión en función de una valoración de costes y beneficios se



escoge y se aplica una de las acciones posibles. Si es efectiva, se entra en un estado de adaptación que devuelve la homeostasis al sistema. Si no es efectiva se produce una desadaptación que provoca una serie de efectos en cascada que afectan a entornos, máquinas y trabajadores de sistemas próximos, considerándose consecuencias de la desadaptación, el incidente y el accidente. Este modelo fue el punto de partida de «la secuencia de eventos multilineal» desarrollada por Benner (1975). Según ésta aproximación, y de forma similar al modelo de Smillie y Ayoub, el accidente es el resultado de la incapacidad de un factor de un sistema particular para adaptarse a las perturbaciones del entorno (Hoyos y Zimolong, 1988). Es por tanto, la inadecuación de la percepción con respecto a la valoración y a la presentación de información lo que desencadena el desequilibrio en el sistema.

La teoría elaborada por Kjellén (1984a, 1984b) pone el énfasis en el concepto de desviación como agente causal del accidente. El análisis de la desviación está basado en la suposición de que los accidentes están precedidos, a menudo, por desviaciones de las funciones normales y planeadas de un sistema (Harms-Ringdahl, 1987). Algunos tipos de desviaciones en el sistema hombre-máquina incrementan la probabilidad de accidentes o el valor esperado de pérdidas debidas a accidentes, siendo por tanto, indicadores válidos del riesgo. De éste modo, la secuencia de accidentes se sistematiza como una cadena de desviaciones (Hoyos y Zimolong, 1988). Kjellén (1984a, 1984b) explica el proceso que culmina con el accidente desde el «modelo del sistema de producción» de Seiler (1967). A lo largo del proceso de producción intervienen las acciones, los procesos de información o comunicación, los procesos de producción, y los recursos técnicos, organizacionales, sociales y humanos. Las acciones están controladas por los procesos de información o comunicación. Las acciones y la comunicación constituyen el proceso de producción. Este necesita para su desarrollo una serie de recursos técnicos, sociales, etc. que son relativamente estables y representan las condiciones del proceso de producción. El resultado del proceso incluye tanto productos y servicios como lesiones o daños y pérdidas, surgidos como efectos inesperados del proceso productivo. Estos son resultados de las comunicaciones y acciones que se desvían en el proceso de producción, de éste modo, son afectados por los recursos del sistema (Edwards, 1981). Una desviación es el valor de una variable del sistema, describiendo la acción-comunicación, el estado resultante, o a ambos, que caen fuera de una norma (Kjellén, 1984a). Un proceso de desviación emana de los recursos del sistema y abarca interacciones probabilísticas, incluyendo la interacción que podría tener como resultado una lesión o pérdida (Rowe, 1977). El «modelo del sistema de producción» puede ser estructurado identificando las tres fases de un proceso de accidente (Kjellén y Larsson, 1981). La fase inicial comienza cuando hay una desviación en el proceso de producción, que afecta a la probabilidad de pérdida o a los efectos de la consecuente liberación de energía incontrolada. La fase concluyente se inicia por la pérdida de control del sistema de producción y la liberación inadvertida de energía. La fase de lesión comienza cuando el cuerpo absorbe energía y continúa hasta que el cuerpo ha absorbido toda la energía o el flujo de la misma ha cesado. Hay dos tipos de desviación en función de la fase en la que se producen: Las desviaciones de la fase inicial, que se manifiestan en forma de acción o comunicación y las desviaciones de la fase concluyente. La influencia del concepto de liberación de energía en el modelo de Kjellén se hace patente en la definición del accidente, que incluiría, una liberación de energía que sobrepasa los límites del sujeto (Haddon, 1968). La liberación es el resultado de la pérdida del control del sistema (Benner, 1975; Kjellén y Larsson, 1981; Rasmussen, 1990; Weaver, 1980). El modelo contempla como posibles consecuencias del accidente la lesión, el daño a la propiedad y la pérdida de tiempo. Junto con el concepto del accidente, Kjellén describe el proceso cercano al accidente y el incidente. El proceso cercano al accidente es un proceso compuesto de desviaciones que incluye una fase concluyente, es decir, un flujo incontrolado de energía que

MODELO	VS. DIRECTRICES	VS. PRINCIPALES	CAUSA DIRECTA ACC.	V. DEPENDIENTE	APORTACIONES
McDonald, 1972.	Vs. de situación del proceso.	Predisposiciones, operación normal, salida de lo normal, metaestable, inestable, evento con daño.	Desestabilización del sistema.	Dano.	Posibilidad del sujeto de controlar el riesgo. Análisis del momento en el que comienza la desviación.
Smilie y Ayoub, 1976.	Perturbación/ Homeostasis.	Hombre, máquina, entorno, información, Homeostasis/ perturbación, acciones posibles, decisión coste/beneficios, disrupción del sistema, efectos en cascada.	Efectos en cascada.	Extensión de la perturbación al entorno, máquinas o personas próximas.	Evaluación de todas las posibles consecuencias de cada acción.
Kjellen, 1984a y b.	Vs. de situación del proceso.	Fase inicial, fase concluyente, fase de lesión.	Pérdida de control: liberación de energía.	Lesion/dano/retrasos inesperados.	Limitaciones y potencialidades del concepto de desviación.

TABLA 3.- Modelos de interacción hombre-máquina

podría haber concluido en lesión. El término incidente es usado como un sinónimo de la fase concluyente de un accidente o de un proceso cercano al accidente. El modelo presenta tres tipos de medidas para evitar la lesión: medidas de emergencia, medidas a corto plazo y medidas a largo plazo. Las acciones de emergencia pretenden interrumpir el escape de energía. Las medidas a corto plazo son acciones correctivas empleadas por el trabajador o el supervisor de primera línea con las que se pretende eliminar las desviaciones de la fase inicial. Las medidas a largo plazo o medidas preventivas incluyen cambios en los recursos del sistema de producción.

### 3. El error humano como concepto central

Aquí se encuadran dos modelos en los que el error humano se convierte en un punto central en la causación y prevención de accidentes, lo que confiere al sujeto la capacidad de prevenir el accidente controlando el error y permite considerar simultáneamente variables humanas, ambientales y de la tarea en la explicación del accidente.

El modelo generado por Petersen (1984) está basado en el modelo de factores humanos de Ferrell. El modelo de causación explica la lesión o pérdida material como resultado o consecuencia de un incidente o accidente. A su vez, el incidente o accidente tiene dos causas: el fallo del sistema y el error humano. El fallo del sistema incluye todos aquellos agentes tradicionales en la administración de seguridad, entre los que destacan política, responsabilidad, valoración, autoridad, entrenamiento, y reconocimiento del peligro. La segunda causa del incidente o accidente es el error humano, que resulta de una combinación de tres elementos: sobrecarga, decisión hacia el error y trampas. La sobrecarga ocurre cuando la carga de trabajo es mayor que la capacidad del sujeto y puede ser tanto física como fisiológica o psicológica. La capacidad humana se refiere a lo que la persona es capaz de hacer, a la condición física, al estado de la mente, al nivel de conocimientos y al entrenamiento en la tarea. Puede verse afectada por factores como las drogas, el alcoholismo, las presiones o la fatiga. La carga se refiere a la tarea, que necesita de determinadas características físicas, fisiológicas y psicológicas para llevarla a cabo. Son también aspectos importantes la situación en el trabajo de la persona y los niveles de motivación y actitud. La decisión hacia el error abarca todas aquellas razones por las cuales es lógico que el trabajador escoja el acto inseguro. Destacan las relativas a la motivación, tendencia al accidente, y la baja probabilidad percibida de tener un accidente. Las trampas incluyen la incompatibilidad y el diseño del lugar de trabajo. La incompatibilidad se refiere a la inadaptación del trabajo con el físico del trabajador o con la forma en la que el sujeto realiza el trabajo. En el diseño del lugar de trabajo determinadas estructuras facilitan el error por parte del sujeto. Un error humano consiste en una desviación significativa de un patrón de realización establecido, requerido o esperado, que tiene como resultado una pérdida de tiempo, dificultades, problemas, incidentes, fallos o mal funcionamiento del sistema (Peters, 1991). Petersen (1984), a través de su concepción del error humano introduce un mecanismo de intervención implícito debido a la posibilidad que el sujeto tiene de reducir el error humano. La minimización del error humano es el centro de todos los modelos de factores humanos de la causación de accidentes (Dejoy, 1990). En cuanto a medidas interventivas explícitas, el modelo considera dos tipos de controles para tratar con el error: Controles tradicionales, que abarcarían medidas como análisis del entorno, rediseño del trabajo, inspección, entrenamiento o análisis de la tarea, y controles no tradicionales, que incluyen la identificación de la situación que provoca el accidente, el análisis del estado «arousal», registro de actitudes, modificación de conducta y registro del comportamiento de los superiores. Dentro de los factores humanos que provocan el error en el trabajador, se presta una especial atención a las variables del sujeto que interactúan con las de la maquinaria al realizar la tarea. En éste modelo destaca el intento de explicar el

MODELO	VS. DIRECTRICES	VS. PRINCIPALES	CAUSA DIRECTA	V. DEPENDIENTE	AFORTACIONES
Petersen, 1984.	Fallo del sistema, error humano.	Sobrecarga de trabajo, decisión hacia el error, trampas, error humano, fallo de sistema, accidente/incidente, lesión/pérdida.	Error humano, fallo del sistema.	Lesión/pérdida, problemas de calidad y producción.	Concepto de sobrecarga.
Dejoy, 1990.	Vs. de la tarea y del entorno	Comunicación persona/máquina, entorno, elaboración de la decisión, error humano, situación potencial de daño/pérdida, daño/pérdida.	Error humano.	Dano/pérdida.	Distinción microtarea-macrotarea.

TABLA 4.- Modelos de error humano

accidente desde una perspectiva que considera los dos bloques de factores primordiales que producen el accidente: fallos en el sistema (las tradicionales variables de ingeniería) y error humano (las tradicionales variables del sujeto).

DeJoy (1986) elaboró un modelo con orientación conductual enfocado al diagnóstico de la conducta de auto-protección. El modelo pretende considerar las estrategias de intervención (que cifra en tres grupos: estrategias directivas, de cambio organizacional y estrategias no directivas), los factores diagnósticos (también tres: factores de predisposición, factores facilitadores y factores reforzadores) y las causas próximas (clasificadas en dos grupos: conductuales y no conductuales). Ese primer modelo sobre auto-protección puede considerarse un antecedente del modelo general orientado a explicar los factores humanos implicados en la causación de los accidentes laborales de DeJoy (1990). El modelo general está estructurado siguiendo el concepto de error humano de Smith y Beringer (1987) para quienes las variables que configuran las personas, las tareas y el entorno son las que crean situaciones que provocan error. Es el énfasis sobre esas variables el que guiará la configuración del modelo propuesto por DeJoy (1990).

El modelo de DeJoy (1990) muestra que los accidentes, con daños humanos ó con pérdidas materiales, suceden en situaciones potencialmente generadoras de esos daños, y que, a su vez, esas situaciones son fruto del error humano. El error ocupa un papel central que frecuentemente se ha identificado operativamente con los accidentes (Chapanis, 1980) lo que lleva a su vez a la necesidad de establecer cuales son las causas del error humano. El modelo de DeJoy (1990) establece tres grandes categorías de factores causales del error: la comunicación persona-máquina, el ambiente, y la toma de decisiones. Cada una de estas categorías se descompone a su vez en categorías menores que expresan dimensiones puntuales que deben considerarse como potencialmente inductoras de errores. Actuando sobre esas categorías de modo general el modelo plantea tres tipos de estrategias de control: la ingeniería, la auto-protección y la dirección organizacional. El accidente no aparece como un elemento del modelo, siendo sustituido por el concepto de situación potencial de pérdida o lesión que tiene como resultado la lesión o pérdida (Cadet, 1995). Es el error humano, el que provoca tal situación potencial. El error humano puede ser definido como una acción que excede los límites de aceptabilidad, con tres categorías de factores causales: la comunicación persona-máquina, el entorno y la toma de decisiones. La comunicación persona-máquina considera el intercambio de información entre el sujeto y la maquinaria con la que trabaja. Incluye tres tipos de comunicación: las palabras y símbolos, el despliegue y los controles. Las palabras y símbolos guían la comunicación entre personas y tienen como función la información, instrucciones y las advertencias. El despliegue es el medio por el que el trabajador conoce el estado interno de la maquinaria. Los controles son un mecanismo complementario al despliegue y permiten al sujeto comunicarse con la máquina. El entorno, a su vez, está configurado a partir de cuatro variables: los factores antropométricos y biomecánicos, el entorno de micro-tarea, el entorno de macro-tarea que considera tanto el ambiente como la arquitectura del trabajo en lo que a diseño se refiere (Harrigan, 1987), y el ambiente físico, considerando aspectos como ruido, vibración, temperatura o iluminación (Cushman y Crist, 1987). El entorno está mediatizado por la percepción subjetiva del trabajador. La toma de decisiones abarca tres factores: predisposicionales, capacitadores y de refuerzo. Los factores predisposicionales incluyen algunas características personales del trabajador, como percepciones, creencias y actitudes, que probablemente facilitan o inhiben la conducta de seguridad y se consideran determinantes en la aparición del riesgo. La estimación subjetiva que el individuo hace del riesgo es más importante que los hechos objetivos asociados al mismo (Rosentock, 1984). Los factores capacitadores son las características del entorno del sistema que promueven o bloquean la conducta segura. Incluyen conocimiento del trabajador

y entrenamiento, accesibilidad del equipo y otros recursos necesarios para mantener la conducta segura (Dejoy, 1990). Los factores de refuerzo implican las recompensas o penalizaciones que siguen o son anticipadas como consecuencia de una conducta. Las normas de seguridad del grupo de trabajo puede tener efectos importantes sobre la conducta individual de cada sujeto. Las actitudes hacia la seguridad del supervisor pueden tener un efecto positivo o negativo sobre el nivel de seguridad del grupo de trabajo (Leather, 1992). Las actitudes y acciones del dirigente contribuyen al clima hacia la seguridad de la organización y puede influenciar el trabajo seguro (Dejoy, 1985; Zohar, 1980). Una característica distintiva del modelo de DeJoy (1990) es la inclusión de estrategias de control dentro del mismo. Una estrategia de control se define como alguna acción tomada para mejorar una situación que provoca error (Cooper y Nrewbold, 1994). Se subdividen en tres categorías: técnicas de ingeniería, técnicas de autoprotección y técnicas directivas. Las técnicas de ingeniería se refieren a cambios en el equipo y en el diseño de la tarea, técnicas de procesamiento, ayudas de trabajo y condiciones del entorno. Generalmente son modificaciones físicas que pretenden controlar la fuente del peligro. Las técnicas de autoprotección consideran las acciones que incrementan la probabilidad de que el trabajador se autoproteja y reduzca el riesgo. Este tipo de técnicas pueden dividirse en directivas y no directivas. Las técnicas directivas tienen su foco en la elicitación, moldeamiento y mantenimiento de conductas específicas asociadas con prácticas de trabajo seguro. El entrenamiento, de entre éstas, es la más usada. Las técnicas no directivas son estrategias más difusas y dirigidas a influenciar el estilo de la dirección, los objetivos y los asuntos de seguridad de toda la dirección. Las técnicas organizacionales y directivas tratan de lograr una mayor participación de la supervisión y la dirección para crear un clima de seguridad. Estas novedosas técnicas apuntan hacia la creación por parte de éstos sectores de la organización de estilos hacia la seguridad que sean aprendidos e imitados por toda la organización. En general, la presentación de las estrategias de control pretende ser más ilustrativa que exhaustiva (Dejoy, 1990).

## Discusión

Los antecedentes explícitos de la psicología de la seguridad pueden situarse en el trabajo clásico de Heinrich que en la década de los treinta elabora un modelo teórico que ya considera el error humano en la cadena de causas que llevan al accidente. Heinrich inaugura así una tradición muy influyente que llega hasta nuestros días y que se caracteriza por enfocar la explicación del accidente hacia los factores humanos en contraposición a los factores de ingeniería que habían guiado algunas consideraciones teóricas previas de modo casi exclusivo.

La metáfora de las fichas de dominó ha inspirado las primeras teorías de causación que posteriormente serán el punto de partida de distintos tipos de orientaciones. El énfasis en los factores de personalidad de los modelos de dominó, y particularmente del popular modelo de Heinrich, ha estimulado la concepción de la propensión al accidente, que, a pesar de no haber encontrado respaldo empírico, ha inspirando un modo obsoleto -pero todavía presente- de considerar el papel de la psicología en prevención. Mientras que Heinrich explica el accidente con más énfasis en teorías y prejuicios poco sostenibles sobre la personalidad, las adaptaciones posteriores pretenden explicar el accidente desde una perspectiva menos centrada en aspectos individuales, orientándose más hacia los procesos de planeamiento, supervisión y control. Las variables manejadas por éstos modelos están enfocadas hacia los factores humanos como principales causantes del accidente, considerando en segundo lugar las variables ambientales. Dentro de las variables sociales, se desarrolla progresivamente un especial énfasis en las variables organizacionales, particularmente sobre las ligadas a la dirección, como desencadenantes del proceso causal que lleva al accidente.

La consideración de la dimensión tiempo se hace en forma de secuencia temporal y lógica. El accidente aparece como el resultado de un flujo de eventos (Kjellén, 1984b), implicando que el factor tiempo y el concepto de secuencia es básico. Estos modelos se caracterizan por una concepción causal lineal, unidireccional y algo simplista, propia de las limitaciones implícitas de la metáfora de la caída de una fila de fichas que inspira estos modelos.

Las sucesivas adaptaciones que el modelo de Heinrich ha ido generando han ido aumentando progresivamente en complejidad, culminando en el modelo de causación del accidente de Zabetakis. Este modelo incorpora a la secuencia la liberación de energía como causa directa del accidente, un concepto que ha sido empleado en las elaboraciones posteriores de Kjellén. Los modelos de Skiba y Zabetakis presentan una orientación notablemente específica al explicar el accidente desde la perspectiva de la liberación de energía, pero tratan de mantener un equilibrio entre las variables del entorno y las variables humanas. Con relación a la dimensión tiempo, estos modelos surgen desde dos enfoques muy diferentes. Mientras que el modelo de Zabetakis mantiene la postura común a las teorías del dominó imprimiendo un carácter temporal a la secuencia, el modelo de Skiba se separa del resto de modelos de esta categoría al carecer de ésta dimensión temporal explícita y centrarse en analizar la situación previa al accidente en un momento dado.

El enfoque axiomático de los primeros modelos de dominó ha prevalecido a lo largo de décadas y todavía hoy tiene una consideración injustificadamente importante y acritica en las elaboraciones teóricas y en muchos profesionales de la seguridad. Es fácil, desde la experiencia en prevención, creer en la veracidad de algunos de estos axiomas. Sin embargo, si se examinan los supuestos axiomas de estas teorías puede advertirse fácilmente que se trata más bien de hipótesis que, por tanto, deberían ser objeto de contraste empírico. Si bien algunas de estas hipótesis pueden ser por la naturaleza del problema difíciles de contrastar, esto no exime a los modelos y elaboraciones teóricas de perseguir el contraste empírico y someterse al mismo. Sorprendentemente, debido a esta tradición poco sostenible, los modelos son reformulados en otros nuevos no tanto en función de la consideración de la evidencia empírica cuanto debido a diversos énfasis en fragmentos particulares del esquema de axiomas.

Desde los años cincuenta ha habido un continuo crecimiento en el número de diferentes teorías sobre la naturaleza de los accidentes (Hale y Hale, 1972; Kjellén y Larsson, 1981; Smillie y Ayoub, 1976; Hoyos y Ruppert, 1995). La evolución de los modelos de la causación de accidentes indica que cada vez más se incrementa la atención hacia el papel de los factores humanos en la causación del accidente (Cooper y Nrewbold, 1994). Estos modelos, frecuentemente influenciados por la tecnología dominante, reducen la enorme complejidad de la conducta para concretarla y comprenderla, cristalizan una parte del conocimiento y de las creencias disponibles y sugieren nuevas interrelaciones entre factores de seguridad (Hale y Glendon, 1987). Es característico de los modelos de interacción definir el proceso de accidente sobre la relación entre el hombre y la maquinaria, considerando variables humanas y variables de ingeniería. Dentro de los factores humanos, cobran especial relevancia tanto las variables conductuales del operador como las variables internas del procesamiento de la información. Los modelos de Petersen (1984) y de Dejoy (1990) muestran la importancia y la complejidad del error humano y las dificultades para establecer los caminos por los que las variables del entorno, de la tarea y de la persona, interaccionan causando tales errores. La contribución de los factores humanos a la seguridad consiste parcialmente en contribuir a que las máquinas, equipos, trabajos, procesos y entorno sean más seguros al ser diseñados con las capacidades y limitaciones del trabajador en mente (Dejoy, 1990).

Tampoco los modelos de McDonald (1972), Smillie y Ayoub (1976), Petersen (1984) y DeJoy (1990) han sido contrastados empíricamente. El modelo de Kjellén (1984a, 1984b), aún en idéntica situación, hace un esfuerzo en la operacionalización del concepto de desviación a través de medidas de la significación de las desviaciones con respecto al riesgo de accidentes y de

criterios destinados a la valoración de métodos para datos sobre desviaciones. La formulación de modelos ha de ser seguida por un esfuerzo de definición operativa de las variables, elaboración de indicadores de las mismas, construcción de instrumentos de medida, contraste de la fiabilidad y validez de los mismos y evaluación empírica de cada una de las relaciones hipotetizadas en el modelo. De ese modo los modelos podrán ser valorados empíricamente y adecuados a resultados empíricos favoreciendo la acumulación de evidencia.

Una suposición general de los diversos modelos es que una comprensión de la cadena de causación suministra la base para los programas de intervención, que romperán la secuencia y prevendrán el accidente (Niskanen, 1994). La influencia de los modelos de dominó ha sido y todavía es muy notoria también en este aspecto. De hecho, como afirma Petersen (1984) desde los trabajos iniciales de Heinrich las medidas preventivas pueden sintetizarse en «ingeniería, educación y reforzamiento y aunque la ingeniería es un factor importante, pretender controlar el error humano mediante educación y reforzamiento, sería un reduccionismo» .

La psicología de seguridad puede verse inicialmente como el resultado de la imposibilidad de crear ambientes plenamente seguros. El ambiente seguro, plenamente a prueba de la conducta humana, es tanto un objetivo tradicional de la ingeniería de seguridad como una quimera. Por ello, además del grado de seguridad que pueda aportarse desde las medidas de naturaleza física resulta necesario considerar las medidas necesarias en el factor humano (Jonhston, Hendriks y Fike, 1994). Pero, todavía más allá de este planteamiento que separa en dos áreas el campo de intervención, debe considerarse explícitamente que el desarrollo de contextos seguros - ambientes, máquinas, sistemas, métodos, etc.- solo es posible si está guiado por la psicología de la seguridad que aporta la información disponible sobre los aspectos del factor humano a nivel individual y a nivel social, a nivel conductual y a nivel de procesamiento de la información, a nivel cognitivo y también a nivel de la percepción, la sensación, la emoción y todas las demás áreas característicamente psicológicas. El papel, cada vez más importante, de la psicología de la seguridad no es principalmente adaptar las personas a las condiciones de los contextos, sino, principalmente, desarrollar, valorar y aportar los conocimientos psicosociales que permitan adaptar los contextos a la seguridad de las personas. Una meta muy lejana de la vieja y obsoleta idea que pretendía reducir el papel de la psicología de la seguridad a la búsqueda de los factores de personalidad que causan los accidentes. En seguridad la psicología ha de guiar y prevalecer sobre la ingeniería, al menos hasta allá donde la misma ingeniería pueda llegar.

Los modelos de explicación de los accidentes son, necesariamente y desde las primeras formulaciones, modelos *psicológicos* de explicación de los accidentes. Sin embargo, por el contexto de su generación no siempre han estado atentos a las aportaciones que la psicología científica y profesional ha estado en condición permanente de ofrecer. Un cierto aislamiento histórico del campo de la seguridad, como disciplina tradicionalmente ligada a otras disciplinas, requería poner de manifiesto el lugar central que los conceptos y las explicaciones psicológicas han ocupado en todas las conceptualizaciones del accidente y de la prevención, aun cuando sus autores no identificaran esos campos con la psicología. La visión reduccionista que limita la psicología de la seguridad a los factores de personalidad que pueden afectar a la seguridad y como mucho, a las consecuencias más o menos psicopatológicas de ciertos trabajos, como el estrés, queda desmentida por un análisis de los modelos propuestos en la disciplina desde sus mismos orígenes. Evidentemente, dada la trascendencia social del fenómeno de la seguridad, como dimensión de cualquier conducta humana más que como una clase particular de conducta, y las consecuencias sociales y profesionales de la delimitación de su campo de intervención, la psicología y los psicólogos han de ser considerablemente activos para aportar a este campo la contribución inevitable e imprescindible de lo psicológico y recuperar el espíritu psicológico de explicación de la accidentabilidad presente desde las primeras aportaciones de la misma ingeniería.



El influjo actual de los modelos de dominó, de interacción hombre-máquina y de error humano, presentados en esta primera parte de la revisión, y su sorprendente énfasis en factores precisamente psicológicos, justificaba su consideración. En la segunda parte se considerarán un segundo grupo de modelos más recientes que informan la evolución y el creciente desarrollo teórico de la psicología de la seguridad.

## Referencias

- Adams, E.E. (1976) Accident causation and the management system. *Professional Safety*, 21(10), 26-29.
- Anderson, A. (1978) Development of a model for research on occupational accidents. *Journal of Occupational Accidents*, 1, 341-352.
- Atherley, G.R. (1978) *Occupational health and safety concepts: chemical and process hazards*. Applied Science Publishers. London.
- Benner, L. (1975) Accidents investigations: Multilinear events sequencing methods. *Journal of Safety Research*, 7, 67-73.
- Byrom, N. (1992) Safety and well-being at work. Congreso Safety & well-being at work: A human factors approach. Loughborough.
- Cadet, B. (1995) Information context structure and risk assessment. En Peiró, J.M.; Prieto, F.; Meliá, J.L. y Luque, O. *Work and organizational psychology: European contributions of the nineties*. Erlbaum, Taylor and Francis. Hove, 15-22.
- Cooper, S.E. y Newbold, R.C. (1994) Combining external and internal behavioral system consultation to enhance plant safety. *Consulting Psychology Journal Practice and Research*, 46(3), 32-41.
- Cushman, W.H. y Crist, B. (1987) Illumination. En: Salvendy, G. *Handbook of human factors*. New York. John Wiley. 219-250.
- Chapanis, A. (1980) Human factors engineering for safety. *Professional Safety*, 25, 16-25.
- DeJoy, D. (1986) A behavioral-diagnostic model for self-protective behavior in the workplace. *Professional Safety*, 31, 26-30.
- DeJoy, D.M. (1985) Attributional Processes and Hazard Control Management in Industry. *Journal of Safety Research*, 16, 61-71.
- DeJoy, D.M. (1990) Toward a comprehensive human factors model of workplace accident causation. *Professional Safety*, 35 (5), 11-16.
- DeJoy, D.M. (1994) Managing Safety in the Workplace: An Attribution Theory Analysis and Model. *Journal of Safety Research*, 25(1), 3-17.
- Edwards, M. (1981) The design of an accident investigation procedure. *Applied Ergonomics*, 12, 111-115.
- Haddon, W. (1968) The changing approach to the epidemiology, prevention and amelioration of trauma: the transition to approaches ethologically rather than descriptively based. *American Journal of Public Health*, 58, 1431-1438.
- Hale, A.R. y Glendon, A.I. (1987) *Individual behaviour in the control of danger*. Elsevier Science Publishers B.V. Amsterdam.
- Hale, A.R. y Hale, M. (1970) Accidents in perspective. *Occupational Psychology*, 44, 115-121.
- Hale, A.R. y Hale, M. (1972) *Review of the industrial accident research literature*. Committee on Safety and Health at Work. HMSO. Research paper 1., London.
- Hammer, W. (1972) *Handbook of system and product safety*. Prentice Hall. Englewood Cliffs. New Jersey.
- Harms-Ringdahl, L. (1987) Safety analysis in design-evaluation of a case study. *Accident Analysis and Prevention*, 19(4), 305-317.
- Harrigan, J.E.. (1987) Architecture and interior design. En: Salvendy, G. *Handbook of human factors*. New York. John Wiley. 219-250.
- Heinrich, H.W. (1931) *Industrial Accident Prevention*. McGraw Hill. N.Y..
- Heinrich, H.W.; Petersen, D. y Roos, N. (1980) *Industrial Accident Prevention*. Mc-Graw-Hill. New York..
- Hoyos, C.G. (1992) A change in perspective: Safety Psychology replaces the traditional field of accident research. *The German Journal of Psychology*, 16(1), 1-23..
- Hoyos, C.G. y Ruppert, F. (1995) Safety diagnosis in industrial work settings: The safety diagnosis questionnaire. *Journal of Safety Research*, 26(2), 107-117.
- Hoyos, K. y Zimolong, B. (1988) *Occupational safety and accident prevention: Behavioral Strategies and Methods*. Elsevier. London.
- Johnston, J.J.; Hendricks, S.A. y Fike, J.M. (1994) Effectiveness of Behavioral Safety Belt Interventions. *Accident Analysis and Prevention*, 26(3), 315-323.
- Kjellen, U. (1984) The deviation concept in occupational accident control I: definition and classification. *Accident Analysis and Prevention*, 16(4), 289-306.
- Kjellen, U. (1984) The deviation concept in occupational accident control II: data collection and assessment of significance. *Accident Analysis and Prevention*, 16(4), 307-323.
- Kjellen, U. y Larsson, T.J. (1981) Investigating accidents and reducing risks, a dynamic approach. *Journal of Occupational Accidents*, 3, 129-140.
- Leather, P.J. (1992) Rethinking the nature of attitudes to workplace safety. Congreso Safety & well-being at work: A human factors approach. Loughborough.

- Leplat, J. (1985) *Erreur humaine: Fiabilité humaine dans le travail*. Armand Colin. Paris.
- McDonald, G.L. (1972) *The Involvement of tractor design in accidents*. Research report 3/72. Department of Mechanical Engineering. University of Queensland. Sta Lucia.
- Niskanen, T. (1994) Assessing the safety environment in work organization of road maintenance jobs. *Accident Analysis and Prevention*, 26 (1), 27-39.
- Peters, R.H. (1991) Strategies for encouraging self-protective employee behavior. *Journal of Safety Research*, 22(2), 53-70.
- Petersen, D. (1984) *Human-error reduction and safety management*. Aloray Inc. New York.
- Rasmussen, J. (1990) Human error and the problem of causality in analysis of accidents. En: Broadbent, D.E.; Baddeley, A. y Reason, J.T. *Human factors in hazardous situations*. Oxford. Clarendon Press. 1-14.
- Rosentoch, I.M. (1984) The health belief model and preventive health behavior. *Health Education Monogr.*, 2, 354-386.
- Rowe, W.D. (1977) *An anatomy of risk*. Wiley. New York.
- Seiler, J. (1967) *Systems analysis in organizational behavior*. R.D. Irwing Inc. Homewood, Illinois.
- Skiba, R. (1973) *Die Gefahrenträgertheorie*. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Unfallforschung. Dortmund, Bd.
- Smillie, R.J. y Ayoub, M.A. (1976) Accident causation theories: a simulation approach. *Journal of Occupational Accidents*, 1(1), 47-68.
- Smith, M.J. y Beringer, D.B. (1987) Human factors in occupational injury evaluation and control. En: Salvendy, G. *Handbook of human factors*. New York. John Wiley. 767-789.
- Surry, J. (1969) *A human engineering appraisal. Industrial accident research*. Universidad de Toronto..
- Weaver, D.A. (1971) Symptoms of operational error. *Professional Safety*, 16(10).
- Weaver, D.A. (1980) TOR analysis: An entry to safety management systems assesment. *Professional Safety*, 25(9), 34-40.
- Zohar, D. (1980) Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. *Journal of Applied Psychology*, 65(1), 96-101.