

Conceptualización y análisis psicológico del error humano en la conducción de vehículos a partir de los desarrollos recientes del modelo de habilidades, reglas y conocimientos

Gemma Pastor
M^a José Monteagudo
Donna Pollock
Universitat de València

El modelo de habilidades, reglas y conocimientos (Rasmussen, 1987, 1986, 1983) es un modelo teórico-conceptual que se encuadra en el marco psicológico cognitivo del procesamiento de la información, y constituye uno de los principales modelos desde los cuales se ha investigado teórica y empíricamente la ejecución de las tareas que forman parte de actividades complejas como es la conducción de vehículos automóviles. Desde este marco teórico, el comportamiento humano en la conducción se explica en términos cognitivos del procesamiento de la información: las nociones sobre control cognitivo en la ejecución de tareas y la distinción entre procesamiento automático y controlado constituyen la base de dicha explicación; ésta, además, se articula en torno al funcionamiento de los factores y procesos psicológicos básicos que subyacen al comportamiento humano en la conducción: atención, aprendizajes complejos (perceptivo, atencional y motor), experiencia, memoria, procesos perceptivo-motores, etc. De la misma manera, y a partir de planteamientos similares, en los años 90 se ha investigado desde este marco teórico el comportamiento humano erróneo que precede a los accidentes de tráfico, de manera que los planteamientos teórico-conceptuales de este modelo —y, en general, de la perspectiva cognitiva del procesamiento de la información— han guiado buena parte de la investigación teórica y empírica que se lleva a cabo actualmente para la prevención de los errores humanos y de la accidentalidad desde el ámbito de la Psicología del Tráfico y Seguridad Vial. Así, desde los desarrollos recientes del modelo de habilidades, reglas y conocimientos (Reason, 1994, 1990, 1987) se ha llevado a cabo un planteamiento con un grado de elaboración considerable que permite explicar la ocurrencia de los errores humanos (no intencionales) en la conducción y

esclarecer en buena medida el funcionamiento de algunos de los factores y procesos psicológicos básicos que están detrás de tales errores. El estudio de dichos factores y procesos psicológicos, así como el análisis conceptual y de las categorizaciones del error humano en la conducción que se plantean desde este marco teórico, constituyen los objetivos básicos del presente trabajo.

Palabras clave: Modelo de habilidades, reglas y conocimientos, ejecución de tareas, error humano, procesamiento de la información, factores y procesos psicológicos, procesamiento automático y controlado, conducción de vehículos.

The Skills, Rules and Knowledge model (Rasmussen, 1987, 1986, 1983) is a theoretical-conceptual model that falls within the framework of information processing of cognitive psychology, and constitutes one of the principal models within which the performance of tasks that form part of complex activities such as driving motor vehicles have been researched both theoretically and empirically. Within this theoretical framework, driving behavior is explained in terms of cognitive information processing: the notions of cognitive control in the performance of tasks and the distinction between automatic and controlled processing constitute the basis of this explanation. This explanation also includes the functioning of basic psychological factors and processes that underlie driving behavior: attention, complex learning (perceptual, attentional, motor), experience, memory, perceptive-motor processes, etc. During the 90's along these same lines and within this theoretic framework, errors in human behavior that precede traffic accidents were studied. In this way, the theoretical-conceptual basis of this model –and the perspective of cognitive information processing in general– has guided the greater part of the theoretical and empirical research that is conducted in order to prevent human errors and accidents within the field of Traffic and Road Safety Psychology today. Based on recent developments related to the Skills, Rules and Knowledge model (Reason, 1994, 1990, 1987), a theory of considerable complexity has been elaborated which provides an explanation for the occurrence of human errors in driving (especially unintentional errors) and, to a large extent, sheds light on the functioning of some basic psychological factors and processes that underlie such errors. The objective of this paper is to study these psychological factors and processes, as well as to provide a conceptual analysis and an analysis of the categories of human error in driving that are included within this theoretical framework.

Key words: Skills, Rules and Knowledge model, task performance, human error, information processing, psychological factors and processes, automatic and controlled processing, driving task.

1. Introducción

Numerosos estudios apuntan al factor humano como la principal causa explicativa de los accidentes de tráfico (Tortosa, 1996; Megía, Morales y Nájera, 1995; Montoro, 1991; entre otros). El conductor de un automóvil puede ser considerado como un elemento más que forma parte de un complejo sistema: el sistema

de tráfico, el cual está integrado por múltiples componentes que giran en torno a los cuatro grandes elementos que lo constituyen: conductor, normas, vehículo y entorno. Así, la conducción se concibe como una compleja actividad que resulta de la interacción entre estos cuatro subsistemas componentes del sistema de tráfico, y que se realiza en un contexto dinámico y continuamente cambiante.

En cuanto al subsistema conductor, éste constituye el elemento activo que controla en buena medida a los demás componentes del sistema de tráfico, a través de las conductas que realiza al volante. Estas conductas son el resultado de un complejo entramado de factores y procesos psicológicos: por factores entendemos todas aquellas características o variables de tipo más o menos transitorio (p. e.: edad, práctica y experiencia al volante, sueño, fatiga, estrés, ansiedad y estados emocionales intensos, uso de sustancias adictivas, enfermedades y trastornos, etc.) que de alguna manera influyen en el funcionamiento de los procesos psicológicos (aprendizaje, pensamiento, memoria, motivación, percepción, atención, toma de decisiones, procesos motores, etc.) que intervienen en la conducción de automóviles.

En cuanto al subsistema normas, con ello nos referimos a las leyes que regulan el tráfico y la supervisión policial que hace cumplirlas, lo que se ha denominado *enforcement*, término por el cual entendemos las estrategias de intervención dirigidas a la vigilancia y control de tráfico así como los mecanismos sancionadores de las infracciones a la normativa (Carbonell, 1992).

En cuanto al subsistema vehículo, hay que destacar características tales como la vejez, el mantenimiento, las prestaciones, etc. Así, p. e. las revisiones técnicas y preventivas de los vehículos, con frecuencia muestran anomalías graves en algunos de los sistemas mecánicos más directamente relacionados con la seguridad: frenos, dirección, ejes-suspensión y alumbrado (Carbonell, 1992).

El subsistema entorno hace referencia a los factores externos al conductor relativos al tipo de vía (autopistas, carreteras nacionales, carreteras comarcales, etc.), a las características de la vía y del entorno físico (trazado de la carretera, iluminación, disposición de las señales de tráfico, tipo de vegetación, cantidad y variedad de estimulación, etc.) y a las condiciones atmosféricas (lluvia, niebla, etc.), entre otros.

El factor humano es un elemento definitorio del sistema de tráfico en todas sus dimensiones, ya que por detrás de todos estos elementos que lo componen siempre hay decisiones tomadas por personas que repercuten en el funcionamiento del sistema, ya sea de forma directa (a través del comportamiento y las acciones que llevan a cabo los conductores) o indirecta (a través de quienes dirigen, organizan y diseñan las normas, los sistemas de sanciones, las carreteras, etc.). Sin embargo, no hay duda de que el conductor es una de las piezas más esenciales del sistema de tráfico, puesto que de la adecuación de su comportamiento al volante depende en buena medida la seguridad de dicho sistema. Si en la inmensa mayoría de los accidentes de tráfico hay una actuación humana errónea por parte del conductor, hay que centrarse necesariamente en el estudio del comportamiento de éste.

Los fundamentos de los modelos y planteamientos teóricos que históricamente se han utilizado para explicar el comportamiento normal del conductor han

servido de igual manera para explicar su comportamiento erróneo. Si el planteamiento inicial para explicar el comportamiento del conductor fue a partir de los modelos de habilidades, para después pasar a los motivacionales, hoy asistimos, y especialmente en el ámbito del análisis del error humano en la conducción, a planteamientos esencialmente cognitivos, en los que la perspectiva del procesamiento de la información ocupa un lugar fundamental que ha acaparado el máximo interés de la investigación en los últimos años (Pastor, 1997). Así, se considera que toda una serie de factores y procesos psicológicos que se ponen en marcha durante la conducción forman un complejo entramado cuyo producto final puede ser un comportamiento vial de riesgo, aumentando la probabilidad de accidente.

Uno de los avances más importantes que se han llevado a cabo para el análisis del error humano en términos de mecanismos explicativos a nivel del procesamiento de la información ha sido el desarrollo de un marco teórico conceptual, *the Generic Error Modelling System (GEMS)* (Reason, 1987) en el que la categorización que presenta del error deriva de la clasificación de los niveles de ejecución humana en actividades complejas (tales como la conducción de vehículos) que introdujo Rasmussen a través del modelo de habilidades, reglas y conocimientos (*Rasmussen's Skills, Rules and Knowledge model*, 1983, 1986, 1987).

Desde este marco cognitivo del procesamiento de la información -que se conoce como marco S-R-K- se ha llevado a cabo un planteamiento (Reason, 1987, 1990, 1994) con un grado de elaboración considerable que permite explicar la ocurrencia de los errores humanos (no intencionales) en la conducción y esclarecer en buena medida el funcionamiento de algunos de los factores y procesos psicológicos básicos que están por detrás de tales errores. El presente artículo tiene un objetivo doble:

1. Presentar una categorización de los tipos de error humano en la conducción desde los planteamientos del marco S-R-K.

2. Analizar los principales factores y procesos psicológicos que predominantemente han sido objeto de estudio en las investigaciones recientes sobre el error humano en la conducción desde la perspectiva del marco teórico S-R-K: nos centramos en particular en el estudio del factor experiencia, por ser uno de los principales factores investigados en los últimos años en el ámbito del análisis psicológico del error humano en la conducción (Pastor, 1997).

2. Categorización del error humano en la conducción desde el marco S-R-K

2.1. La ejecución humana en actividades complejas

Como se ha apuntado anteriormente, la categorización del error desde el marco S-R-K deriva de la clasificación de los niveles de ejecución humana en actividades complejas que introdujo Rasmussen en los planteamientos iniciales del modelo de habilidades, reglas y conocimientos (Rasmussen, 1983, 1986, 1987). Dicha clasificación se basó en las nociones sobre control cognitivo en la ejecu-

ción de tareas; la distinción entre procesamiento automático y controlado dio lugar a la concepción de la división de la ejecución humana estructurada jerárquicamente en tres niveles de procesamiento cognitivo: un nivel automático –habilidades (*skills*)–, un nivel semiautomático/semicontrolado –reglas (*rules*)–, y un nivel controlado –conocimientos (*knowledge*)–.

2. 1. 1. Ejecución basada en habilidades

La ejecución basada en habilidades permite la ejecución de tareas rutinarias o sumamente entrenadas (la misma tarea se ha ejecutado muchas veces) bajo control atencional prácticamente automático. Se caracteriza por una gran especificidad: ante un estímulo, la alternativa de respuesta apropiada a este nivel de ejecución es casi única y no depende de la situación. A nivel interno, las conexiones neuronales formadas en la memoria entre los estímulos elicidores y las respuestas correspondientes por las que se lleva a cabo la ejecución a este nivel, se caracterizan por estar altamente fortalecidas. Por ello, ante un estímulo tal, el proceso decisional merced al cual se ejecuta la alternativa de respuesta apropiada es casi nulo, de ahí que dicha ejecución se dé bajo un nivel de control atencional casi automático. Por ejemplo la tarea del cambio de marchas y otras tareas básicas de control, para un conductor con una mínima experiencia al volante, se ejecutan a este nivel.

2. 1. 2. Ejecución basada en reglas

La ejecución basada en reglas permite la ejecución de tareas familiares (para las cuales se poseen reglas o patrones de soluciones almacenados en la memoria que se pusieron en marcha en el pasado) por lo que esta ejecución se da a un nivel de control atencional semiconsciente/semiautomático. Se caracteriza por un mayor grado de generalidad (y, por tanto, una menor especificidad) que la ejecución basada en habilidades: ante un estímulo, hay un mayor abanico de alternativas de respuesta posibles, y la elección de la más apropiada dependerá de la situación en mayor medida. Las conexiones neuronales internas estímulo-respuesta aludidas anteriormente no están tan fortalecidas, por lo que la aparición de un estímulo tal desencadenará la puesta en marcha de un proceso decisional un poco más largo (semiconsciente) porque hay más alternativas de respuesta posibles, de ahí que la ejecución a este nivel se dé bajo control semiconsciente/semiautomático. La mayoría de tareas y maniobras de la conducción (p. e. aparcar, cambiar la dirección en un cruce, cambiar el sentido de la marcha) en conductores noveles o con una corta experiencia, generalmente se ejecutan a este nivel.

2. 1. 3. Ejecución basada en conocimientos

La ejecución basada en conocimientos permite la ejecución de tareas nuevas o difíciles (para las cuales no se poseen reglas ni patrones de soluciones, sino

solamente el conocimiento que permite aprender a llevarlas a cabo) por lo que esta ejecución se da bajo control atencional consciente. Se caracteriza por el mayor grado de generalidad: el abanico de alternativas de respuesta posibles es aún mayor y la elección de la más apropiada depende casi totalmente de la situación. Las conexiones neuronales estímulo-respuesta formadas para la ejecución a este nivel son muy débiles, y el proceso decisonal correspondiente es más largo, de ahí que dicho proceso juegue un papel fundamental en la ejecución a este nivel, y que ésta se lleve a cabo bajo control atencional consciente. Por ejemplo, algunas tareas y maniobras que ejecuta un conductor novel pueden darse a este nivel (aparcar, adelantar, entrar en una rotonda), aunque en realidad la ejecución bajo este nivel predomina en los aprendices de conducción.

2. 2. Tipos de error humano en la conducción

De acuerdo con la división presentada de los tipos de ejecución, se planteó la clasificación de los errores en términos similares (Reason, 1987 1990, 1994): errores basados en habilidades, errores basados en reglas, y errores basados en conocimientos.

2. 2. 1. Errores basados en habilidades

Este tipo de errores ocurre cuando un plan de acción correcto da como resultado una acción errónea no deseada. El plan de acción es el correcto pero la acción no, por lo que el plan de acción no resulta conforme a lo planeado. Pueden ocurrir, por ejemplo, por la aplicación errónea de rutinas automatizadas, por una inadecuada focalización de la atención, etc., generalmente en relación con habilidades a nivel perceptivo-motor. Por tanto, tienen lugar a nivel inferior del procesamiento de información, en el que apenas hay control consciente de la acción.

Un ejemplo de error de este tipo debido a un fallo de discriminación (Kruyssen, 1992) es el caso de cruzar una intersección cuando el semáforo se pone en verde, sin darse cuenta de que el semáforo sólo está en verde para aquellos vehículos que van a desviarse pero no para aquellos que van a seguir recto. El plan de acelerar y cruzar la intersección cuando el semáforo se pone en verde en sí mismo es correcto pero el conductor no discrimina adecuadamente el tipo de señal que manda el semáforo (no discrimina que la luz verde sólo es para los vehículos que giran, pero no para los que siguen recto), por lo que la ejecución del plan resulta en un acto erróneo no intencionado: cruzar con el semáforo en rojo.

2. 2. 1. 1. Deslices y lapsus

Los errores basados en habilidades han sido los más estudiados (Kruyssen, 1992) y de ellos se han establecido distintas tipologías. Así, por un lado, éstos pueden ser deslices y lapsus; ambos tipos generalmente se producen a conse-

cuencia de despistes, distracciones y fallos perceptivo-atencionales en la ejecución de una tarea. Aunque el proceso básico es la atención –y concretamente el control automático en la ejecución de las acciones–, la diferencia entre ambos radica en que los deslices son errores cuya naturaleza es esencialmente motora, mientras que los lapsus son errores cuya naturaleza es esencialmente mnemónica (Glendon y McKenna, 1995; Reason, 1990).

• Los deslices se caracterizan por ser, generalmente, errores de comisión: en la secuencia de ejecución de una tarea, se lleva a cabo una acción que, o bien no se debía haber efectuado, o bien se ha efectuado en el momento inadecuado, o bien se ha efectuado de forma errónea, etc. Por eso son fallos cuya naturaleza es motora, son «intrusiones» que se manifiestan en el nivel observable de la acción. Según Kruyse (1992), los deslices son el resultado de la ejecución de programas motores fuertemente instaurados que se desvían del plan de acción intencionado del cual forman parte. Los programas motores son el resultado de la activación frecuente de la misma secuencia de acciones o movimientos que forman parte de un plan de acción para lograr una meta u objetivo deseado. Un plan de acción consiste en una representación mental de un objetivo o meta, y los programas motores necesarios para lograr dicha meta. Así, en el ejemplo anteriormente presentado de desliz por un fallo de discriminación, la detección de la luz verde del semáforo activa automáticamente el plan de «acelerar», el cual implica la puesta en marcha de un programa motor fuertemente instaurado que se compone de diversas acciones: presionar el pedal del embrague, poner la marcha, soltar el embrague y presionar el pedal del acelerador.

• Los lapsus se caracterizan por ser, generalmente, errores de omisión: en la secuencia de ejecución de una tarea, no se lleva a cabo una acción que era necesaria, es decir se omite, se olvida. Por eso son fallos cuya naturaleza es mnemónica, ocurren en un nivel no observable de la acción (la memoria), puesto que se caracterizan por el olvido de una acción que lleva, en el nivel observable de la secuencia de ejecución de la tarea a la que dicha acción pertenece, a una «falta de», a una omisión.

2. 2. 1. 2. La taxonomía de Reason

Por otro lado, dentro de los errores al nivel basado en habilidades, Reason (1979) en un estudio sobre deslices y lapsus en la vida cotidiana distinguió cinco tipos de errores que llevan a la ejecución de actos no deseados. Éstos son:

a) Errores de discriminación: ocurren por una confusión en las características distintivas (perceptuales, funcionales, espaciales o temporales) de los estímulos. Por ejemplo, confundir las luces de posición con las luces de freno del coche de delante.

b) Errores de ensamblaje de programas: son el resultado de la transposición de los elementos de un programa dentro de un programa o entre programas. Por ejemplo, confundir una ruta determinada con la que se suele hacer de forma rutinaria; o tener la intención de girar hacia la izquierda pero encender el intermitente derecho y girar hacia la derecha.

c) Errores de comprobación: son el resultado de fallos para verificar la

marcha de una secuencia de acción en puntos clave; la acción se desvía de su propósito o va más allá de su punto final deseado. Por ejemplo, llevar durante mucho rato seguido el mismo coche delante y terminar por coger su misma ruta, aun cuando no es la propia; o efectuar un adelantamiento y, al volverse a incorporar al carril derecho, desviarse lateralmente hacia la derecha, hasta el comienzo del arcén; o acelerar ante el cambio del semáforo a verde sin comprobar si los coches de delante se han movido, lo que obliga a una frenada brusca.

d) Errores de subrutinas: ocurren cuando hay un orden erróneo en las acciones que componen una secuencia. Por ejemplo, empezar a girar antes de poner el intermitente; o ponerse en marcha con el vehículo sin quitar el freno de mano.

e) Errores de almacenamiento: se caracterizan por el olvido o el recuerdo incorrecto de planes y acciones. Por ejemplo, intentar cambiar a una marcha en la que ya se está; intentar frenar ante un semáforo en rojo y no encontrar, por un instante, el pedal del freno.

Todos los casos ejemplificados ocurren a un nivel casi automático del procesamiento atencional. Según Reason (1984), estos errores ocurren bajo condiciones relativamente uniformes: durante la ejecución de tareas automatizadas, en contextos muy familiares y cuando la atención ha sido reclamada por preocupaciones internas o por distracciones externas, lo que indica que ocurren durante la ejecución de actividades altamente adiestradas y sobreaprendidas; parte de los recursos atencionales se invierten en tareas o cogniciones ajenas a la actividad de conducir.

Además del modelo de Reason, dentro de la perspectiva del procesamiento de la información se han formulado otros modelos de los errores humanos y actos fallidos no intencionales (Ruiz Vargas, 1993): p. e. el modelo de Logan (1988), el modelo de Norman y Shallice (1986), y el modelo de Baars (1987, 1988), los cuales son modelos sobre atención y control que no presentan taxonomías de los errores. Según Reason (1990), la mayor parte de estos modelos distinguen entre un procesamiento controlado y un procesamiento automático, considerados como dos modos de control cognitivo: «control atencional» y «control por esquemas», respectivamente, que a su vez dependen de distintas estructuras cognitivas: «el espacio de trabajo» o la memoria de trabajo (que se identifica con el modo de control atencional), y «la base de conocimientos» (que se identifica con el modo de control por esquemas).

2. 2. 1. 3. El fenómeno de la «aceleración indeseada»

Un caso especial de error al nivel de habilidades es el fenómeno denominado «aceleración indeseada», que consiste en una aceleración repentina del automóvil cuando la intención del conductor era frenar. El conductor experimenta una incapacidad para frenar el automóvil ya que, a pesar de que presiona el pedal del freno (o cree firmemente que lo presiona), el automóvil escapa de su control y acelera repentinamente, lo que el conductor atribuye a un fallo mecánico de los frenos. Sin embargo, las investigaciones sobre este fenómeno (Vernoy, 1989; Schmidt, 1989; Rogers y Wierwille, 1988; Battelle, 1987; NHTSA, 1986; Davies y Watts, 1970, 1969) apuntan que éste ocurre a consecuencia de un error de ejecución por parte del conductor que, en lugar de presionar el pedal del freno, pre-

siona el pedal del acelerador de forma totalmente no intencionada. En concreto, parece ser que el origen de este fenómeno tiene que ver con los procesos motores que controlan la ejecución de las acciones por parte de los músculos encargados del movimiento (en este caso, de los músculos que envían las respuestas motoras o eferentes a las extremidades inferiores) (Schmidt, 1989). La orden –a nivel superior– es presionar el pedal del freno, pero la respuesta –a nivel inferior (motor)– es la presión del pedal del acelerador; por ello, constituye un caso de error basado en habilidades: concretamente, un caso de desliz.

2. 2. 2. Errores basados en reglas

Este tipo de errores ocurren como resultado de la aplicación errónea de reglas almacenadas sobre la ejecución de tareas familiares o sobre la solución de un problema en situaciones familiares, que se da a un nivel de control atencional semiautomático/semiconsciente. Suponen una generalización incorrecta acerca de la aplicabilidad de la puesta en marcha de planes específicos de acción que en el pasado resultaron efectivos para tareas o situaciones familiares o parecidas. Se produce una inferencia (un razonamiento, por tanto, aunque a un nivel semiconsciente) que es incorrecta, del tipo: «lo que sirvió para estos casos parecidos, es aplicable en el caso actual», «si en estos casos concretos que presentaban cierta familiaridad o similitud con el actual apliqué este plan de acción, entonces en el caso actual también puedo aplicarlo». Por ello este tipo de errores dan lugar a planes concretos para la acción que son erróneos para la situación específica en cuestión, y suelen ser de la estructura «si-entonces».

Un ejemplo de error basado en reglas sería el siguiente: con respecto a las intersecciones reguladas por semáforos que son activados por «detectores de presencia», es un conocimiento común entre los motoristas que estos circuitos muchas veces no detectan a las motocicletas. Cuando un motorista pare ante un semáforo en rojo en la zona de *stop* de la intersección donde se activan estos circuitos, probablemente aplicará la siguiente regla: «Si pasado un tiempo el semáforo no se pone en verde y si no hay otros vehículos parados en esta zona donde se activan los circuitos de detección para el cambio de luz del semáforo, entonces estos circuitos no han detectado la presencia de la motocicleta y el semáforo no se pondrá en verde hasta que no llegue otro vehículo y pare en dicha zona de detección», lo que finalmente le llevará a cruzar con el semáforo en rojo. En situaciones anteriores parecidas a la actual, es posible que la regla aplicada fuera correcta: quizás hay algunos cruces en los que estos circuitos no siempre detectan a las motocicletas. Pero la regla aplicada no tiene por qué ser correcta para la situación actual, por lo que puede dar lugar a un plan erróneo de acción que le lleva a cometer el error de cruzar con el semáforo en rojo.

2. 2. 3. Errores basados en conocimientos

Estos errores tienen lugar en los niveles superiores del procesamiento de información, a un nivel de control consciente de la ejecución, donde los proce-

Los errores de decisión juegan un papel fundamental, y ocurren como resultado de la acción basada en conocimientos insuficientes o en hipótesis equivocadas sobre algún elemento del sistema de tráfico, que dan lugar a planes erróneos en sí mismos (independientemente de la situación) que producen los errores o equivocaciones basados en conocimientos. Se toma una decisión (a nivel consciente) acerca de la aplicabilidad de la puesta en marcha de un plan de acción que es incorrecta y cuyo origen radica en una falta de conocimiento o en el manejo de hipótesis incorrectas acerca de las características o del funcionamiento de algún elemento del sistema de tráfico.

Un ejemplo de error de este tipo que puede resultar de la aplicación de una falsa hipótesis basada en un conocimiento superficial de las rotondas, sería el caso del conductor que entra en una rotonda con varios carriles sin saber qué giro o desviación tomar, y se sitúa en el carril exterior con la intención de tomar el desvío que permita completar adecuadamente la ruta planeada. En ocasiones, este carril exterior obliga a girar por el primer desvío; si éste no es el desvío por el cual se tenía intención de girar (puesto que aleja al conductor de la ruta que había planeado), quizás el conductor empiece a cambiar de carriles de una forma peligrosa o poco segura para continuar su camino por la ruta que había planificado. Así, un conocimiento erróneo (o una falta de conocimiento) sobre el funcionamiento de las rotondas, lleva a que finalmente el conductor realice una maniobra brusca —y, por tanto, errónea— de cambio de carriles con el consiguiente riesgo para la seguridad vial que esto conlleva.

3. Investigaciones sobre factores y procesos psicológicos básicos desde el marco S-R-K

3. 1. El proceso atencional: procesamiento automático versus controlado

La atención constituye el elemento clave del marco S-R-K. Desde los planteamientos de este marco teórico se ha investigado el modo en que el proceso atencional y, más específicamente, las tareas implicadas en la conducción que generalmente se entiende que se ejecutan bajo control atencional automático (que son la mayoría), pueden llevar a la comisión de errores en la realización de esta compleja actividad.

Como sabemos, los recursos de procesamiento que es posible poner en marcha de forma consciente son limitados, por lo que las tareas que se pueden ejecutar al mismo tiempo en la conducción son limitadas, aunque dependerá del tipo de tareas a ejecutar. Así, las tareas que se ejecutan a un nivel estratégico (relacionado con los planes y estrategias del conductor, p. e. la planificación de la ruta a seguir) requieren una mayor atención consciente que las tareas que se ejecutan a un nivel táctico (relacionado con secuencias conductuales más concretas, p. e. la realización de maniobras como adelantar, cambiar de carril, cambiar el sentido de la marcha, etc.), y éstas a su vez requerirán un mayor control atencional que las tareas que se ejecutan a un nivel operacional (relacionado con operaciones o acciones

muy concretas, rutinarias, que se realizan un gran número de veces en la actividad de conducir siempre de forma muy similar y casi automática, y que, en general, constituyen las tareas de control lateral y longitudinal del coche y las tareas de control de los mandos), que apenas requieren recursos cognitivos.

Cuando las condiciones estímulares del entorno de la conducción -bien procedentes del tráfico, bien ajenas al mismo- demandan la ejecución simultánea de una cantidad de tareas que excede las capacidades de procesamiento del conductor, éste puede cometer errores en la ejecución de alguna de esas tareas. Como señala Groeger (1989), intercalar o combinar actividades que son en gran medida automáticas con actividades que requieren un mayor control atencional es particularmente costoso en términos de capacidad central y, como resultado, incrementa la probabilidad del conductor de cometer errores.

En torno a la temática respecto a qué tareas se ejecutan bajo control automático en la conducción y qué tareas se ejecutan bajo control consciente, ha habido un gran debate en el que la cuestión de partida es la siguiente: ¿Es la conducción una actividad automática? (Groeger y Clegg, 1996; McKenna y Crick, 1994, 1991; McKnight y McKnight, 1993; Brookhuis, Vries y Waard, 1991; Wickens, 1989; Brown, Tickner y Simmonds, 1969; entre otros). Esta cuestión es de enorme importancia, no sólo a nivel teórico, sino también a nivel práctico, debido a la considerable frecuencia con la que los conductores suelen llevar a cabo otras tareas mientras conducen -por ejemplo, escuchar la radio, charlar con los acompañantes, hablar por teléfono, encender un cigarro, etc.-. ¿Hasta qué punto estas tareas secundarias interfieren con la ejecución adecuada de las tareas propias de la conducción? Con esta pregunta como punto de partida se han llevado a cabo diversas investigaciones, por ejemplo, sobre los efectos del uso del teléfono móvil en la conducción. En general, los resultados muestran que, sin llegar a ser ninguna tarea totalmente automática, las tareas que componen la compleja actividad de la conducción no son homogéneas en cuanto al nivel de control cognitivo que demanda su puesta en marcha. Podemos, pues, establecer niveles o grados de control atencional respecto a la diversidad de tareas y funciones que componen la actividad de conducir un vehículo. Parece ser que, aunque algunas habilidades básicas de control no se ven afectadas relativamente por la realización de tareas secundarias (Brown, Tickner y Simmonds, 1969), hay funciones de orden superior cuya ejecución sí que se ve deteriorada y contaminada de errores por la realización concurrente de otras tareas que demandan control cognitivo en alguna medida.

Recientemente se ha intentado demostrar que, aunque ciertamente se pueden establecer niveles de control atencional en cuanto a la demanda de recursos de procesamiento por parte de las diferentes tareas y funciones que requiere la actividad de conducir, probablemente ninguna de estas tareas se ejecuta a un nivel automático. Así, los resultados de una investigación de Groeger y Clegg (1996) han puesto de manifiesto que ni siquiera una tarea tan «automatizada» como es el cambio de marchas se ejecuta bajo control atencional automático ya que esta tarea no cumple todos los criterios de automaticidad establecidos según la literatura científica sobre el proceso atencional (véase p. e. Logan, 1988; Naveh-Benjamin y Jonides, 1986; McLeod, McLaughlin y Nimmo-Smith, 1985;

Kahneman y Treisman, 1984; Schneider, Dumais y Shiffrin, 1984; Hasher y Zacks, 1984, 1979; Marcel, 1983; Shiffrin y Schneider, 1977): en concreto, no cumple el criterio de la variabilidad en la ejecución.

3. 2. *El proceso de adquisición de las habilidades para la conducción*

El proceso psicológico del aprendizaje también constituye un elemento clave de la investigación desde el marco S-R-K. Se han establecido las fases por las que pasan los conductores cuando aprenden las tareas y funciones propias de la conducción de vehículos. El planteamiento es que cada uno de los diferentes niveles de control cognitivo característicos de la ejecución de tareas predomina en mayor o menor medida en los distintos estadios del aprendizaje de las habilidades y destrezas para la ejecución de tareas complejas como es la conducción de vehículos (Gregersen, 1996; Gregersen y Bjurulf, 1996; Brown, 1994).

3. 2. 1. *Fase inicial*

En las fases iniciales del proceso de aprendizaje de las habilidades y destrezas básicas para la conducción, el nivel de control atencional predominante es el nivel basado en conocimientos. En este estadio, la mayoría de las situaciones y tareas con que se enfrenta el sujeto son nuevas y difíciles, por lo que no posee reglas o patrones de soluciones para las mismas. Esto significa que, a nivel interno, las conexiones neuronales estímulo-respuesta formadas para la ejecución a este nivel son muy débiles, y casi cualquier tarea requiere la puesta en marcha de un proceso decisional consciente y relativamente largo. Por ello, predomina el procesamiento controlado, con el consiguiente gasto de recursos cognitivos. La ejecución del sujeto en este estadio inicial se basa en gran medida en sus conocimientos adquiridos o transferidos respecto a las situaciones y tareas de tráfico, y en mucha menor medida en la estructura de reglas y patrones de conducta formadas por la propia práctica y experiencia en tales tareas. Por ejemplo, el sujeto ha adquirido el conocimiento acerca de cómo hay que adelantar, pero probablemente no lo ha practicado lo suficiente como para poseer a nivel interno una estructura mental clara y definida de reglas y patrones conductuales formadas a partir de la propia experiencia en dicha maniobra.

3. 2. 2. *Fase intermedia*

En el estadio siguiente del proceso de adquisición, cuando el sujeto ha adquirido un repertorio básico de habilidades y destrezas, su ejecución comienza a darse a un nivel de control atencional semiconsciente/semiautomático (nivel basado en reglas), puesto que empieza a aplicar reglas y patrones mentales adquiridos de la experiencia en la ejecución de la actividad. La propia práctica y ex-

perencia en la ejecución de ciertas tareas de la conducción es suficiente como para que se haya formado a nivel interno una estructura de reglas y patrones de conducta para las mismas, que supone la puesta en marcha de un proceso decisonal semiconsciente, ya que todavía no se han llegado a automatizar. En realidad, la mayoría de tareas básicas que ejecuta un conductor novel se llevan a cabo bajo este nivel, puesto que la práctica como aprendiz le permitió semiautomatizarlas, ya que esto es un requisito esencial para la obtención del permiso de conducción. Para la mayoría de las tareas y situaciones de tráfico, el conductor novel ha de poseer los suficientes conocimientos y reglas sobre el sistema como para poder desenvolverse de forma segura en el mismo.

3. 2. 3. Fase final

En el último estadio del proceso de adquisición, como resultado de la práctica y repetición de la actividad, muchas de las tareas implicadas en la misma se ejecutarán a un nivel casi automático de control atencional (nivel basado en habilidades). A nivel interno, las conexiones neuronales correspondientes a estas tareas se han fortalecido por la experiencia continuada en la ejecución de las mismas, por lo que prácticamente se anula el proceso decisonal mediador de su puesta en marcha, de ahí que se ejecuten bajo un alto nivel de automatización. Los conductores con experiencia ejecutan una gran cantidad de tareas de conducción a este nivel. Por ello, Duncan (1990) ha identificado la experiencia con «la facilidad con que una acción o respuesta determinada gana la competición de entre las restantes alternativas posibles en el proceso de selección (o toma de decisiones)». Esto permite liberar recursos, economizar esfuerzos y minimizar la fatiga, aumentando así la posibilidad de realizar simultáneamente otras tareas o actividades que no demanden excesiva capacidad central.

En cada una de estas fases *predomina* en mayor medida uno de los tres niveles de control cognitivo característicos de la ejecución de tareas, pero los tres niveles de ejecución son puestos en marcha continuamente por los conductores durante la realización de la actividad de conducir (Gregersen, 1996), sea cual sea el estadio de adquisición en que se encuentren. La conducción se caracteriza por ser una actividad compleja integrada por distintos niveles de ejecución -estratégico, táctico y operacional- cada uno de los cuales demanda recursos o control cognitivo a diferentes niveles, y pone en marcha secuencias de patrones conductuales de diferente complejidad. Los conductores, por tanto, especialmente los no noveles, ejecutan las tareas de la conducción mediante la puesta en marcha de un movimiento continuo a través de los distintos niveles de control cognitivo característicos de la ejecución de actividades complejas como la conducción, predominando en los no noveles, el nivel de control cognitivo propio de la ejecución basada en habilidades.

Cabe destacar que, desde otros modelos de la psicología cognitiva, el proceso de adquisición de habilidades incluye un proceso similar de automatización. Históricamente, se han formulado un gran número de teorías sobre dicho proceso: por ejemplo, Crossman (1959), Fitts (1964), Adams (1971), Gentile

(1972), Newell y Rosenbloom (1981), MacKay (1982), Anderson (1982), Schneider (1985), Logan (1988), etc. Entre ellas, la teoría de Fitts (1964; Fitts y Posner, 1962, 1967) y la teoría de Anderson (1982, 1983, 1987) destacan especialmente puesto que también plantean tres fases o estadios en el proceso de adquisición de habilidades, que suponen una automatización progresiva de las mismas, similar a la planteada desde el modelo S-R-K (Gregersen y Bjurulf, 1996).

La teoría de Fitts plantea las siguientes etapas:

1) Fase cognoscitiva o de conocimiento (inicial): en esta etapa se conoce la naturaleza y las claves importantes de la actividad, y se adquieren conocimientos sobre la ejecución de la misma, que se ponen en práctica bajo un proceso consciente de reflexión y toma de decisiones.

2) Fase asociativa (intermedia): en esta fase, las respuestas y acciones que forman parte de la ejecución quedan ligadas a los estímulos apropiados, por lo que se fortalece el trazo perceptivo (o conexiones neuronales estímulo-respuesta aludidas anteriormente). Esto implica la formación de patrones básicos de ejecución o estructuras de reglas (tal y como se denomina desde el marco S-R-K: ejecución basada en reglas).

3) Fase automática (final): corresponde al estadio final de adquisición (ejecución basada en habilidades). Las diversas subrutinas o unidades conductuales que componen la habilidad se manifiestan integradas y ejecutadas de forma fluida y coordinada. Esta fase se caracteriza por la fijación (Gentile, 1972), ya que hay una gran especificidad en las conexiones neuronales estímulo-respuesta, y una fijación del trazo perceptivo, por tanto; y por la economía operacional (Simonet, 1985), puesto que la habilidad se lleva a cabo de forma eficaz con un mínimo gasto cognitivo y energético (automatización).

En las fases iniciales de este proceso de adquisición, los componentes de la tarea se ejecutan uno por uno. El *feedback* (retroalimentación o información sobre los resultados de la acción) proporcionado por la consumación de cada componente se utiliza para desencadenar el siguiente componente. Sin embargo, en las fases avanzadas se manifiesta un flujo continuo de conducta hasta que se alcanza el objetivo. En realidad, con la práctica y experiencia se desarrolla un programa a nivel interno que posibilita que la ejecución tenga lugar con muy poca retroalimentación.

Por otro lado, la teoría de Anderson también incluye tres etapas en este proceso de adquisición, a las que denomina:

1) Estadio declarativo (inicial), en el que el conocimiento se utiliza a un nivel interpretativo.

2) Estadio de compilación o asociativo (intermedio), en el que se forman y desarrollan procedimientos y reglas para la ejecución: lo que este autor denomina «reglas de producción».

3) Estadio procedimental (final), en el que la ejecución, a través de la aplicación de estos procedimientos y reglas de producción, alcanza una gran eficiencia en términos de tiempo y capacidad mental.

La teoría de Anderson no contiene el concepto de automatización como tal, aunque sí de forma implícita. El constructo central en esta teoría es el de

«fuerza de una regla de producción». El propio autor afirma que «una producción es automática hasta el grado en que es fuerte» (Anderson, 1992).

3. 3. El factor experiencia en la conducción

3. 3. 1. Los errores más característicos de los conductores noveles e inexperimentados: los efectos positivos de la experiencia en la conducción

La experiencia en la conducción es uno de los principales factores implicados en la tendencia a la reducción de la accidentalidad que se da con los años de exposición a la carretera, según diversos estudios (Brown, 1996, 1994; Gregersen y Bjurulf, 1996; Spolander, 1983; Pelz y Schuman, 1971; Maycock, Lockwood y Lester, 1991).

El conductor novel tiene que enfrentarse a una gran variedad de situaciones y tareas nuevas que requieren la puesta en funcionamiento de diversos mecanismos y procesos psicológicos, todos ellos a un nivel consciente en este primer periodo, que le van a demandar una enorme inversión de recursos cognitivos. En este periodo inicial, la fatiga por la ejecución de las tareas propias de la conducción aparecerá relativamente pronto, debido al gran esfuerzo mental que debe llevar a cabo (Gregersen, 1994). El sujeto tiene una probabilidad considerable de cometer errores comportamentales cuyo origen se puede dar en cualquiera de los procesos psicológicos implicados (especialmente en los superiores), debido a la inexperiencia y a la falta de conocimientos y reglas sobre el sistema; por ello, los errores más frecuentes son los errores basados en conocimientos y en reglas.

El conductor novel todavía está consolidando los procesos complejos de adquisición de habilidades, especialmente las perceptivo-atencionales. El proceso de aprendizaje de la discriminación y la reacción selectiva ante la enorme variedad de estimulación que recibe, todavía se está desarrollando, y el sujeto invierte más recursos cognitivos de los necesarios al atender, percibir y responder ante ciertos estímulos e informaciones irrelevantes, por una falta de conocimiento y experiencia.

A nivel superior, las estructuras de conocimientos o esquemas mentales —como modelos o categorías abstractas que el conductor posee a nivel interno sobre el sistema de tráfico—, son escasas en este periodo inicial del proceso de adquisición, por la falta de experiencia con el mismo. Los esquemas que posee son aquellos que proceden de su experiencia como peatón, ciclista, pasajero, etc., o de sus conocimientos por la formación a nivel formal e informal en materias de tráfico y seguridad vial. Por ello, cualquier estimulación requiere la puesta en funcionamiento de un proceso consciente de interpretación y toma de decisiones para la elección de la respuesta apropiada (Gregersen, 1994), en el que va a tener que invertir enormes cantidades de recursos cognitivos.

Conforme el conductor va adquiriendo experiencia, va formando en su

memoria esquemas y categorías de conocimientos y reglas (Groeger, 1989) que constituirán representaciones mentales o expectativas sobre una cada vez mayor diversidad de situaciones, tareas y riesgos en la conducción y en el sistema de tráfico, y sobre las respuestas más apropiadas ante cada una de ellas, de manera que la experiencia, además de ampliar estas representaciones mentales o categorías de conocimientos y reglas, incrementando la capacidad de transferir los conocimientos adquiridos en tales situaciones o tareas a otras, fortalece las conexiones neuronales entre los componentes estimulares y de respuesta que forman parte de estos esquemas mentales. Así se llegan a casi automatizar muchas de las habilidades y tareas implicadas en la conducción: ante la presencia de un determinado estímulo se activan las conexiones neuronales correspondientes al esquema mental almacenado en memoria por la experiencia pasada con dicho estímulo, y el sujeto ejecuta la respuesta apropiada prácticamente de manera automática, llegando casi a «anular» el proceso decisional mediador de esta respuesta. Cuanto más familiares y rutinarias son las situaciones y tareas ante las que el sujeto se enfrenta en su conducción, lo cual sólo se consigue con la experiencia, mejor tendrá consolidadas en su memoria las categorías y esquemas de conocimientos para tales situaciones y tareas y, por tanto, las conexiones neuronales estímulo-respuesta correspondientes a dichas tareas y situaciones se fortalecerán, de manera que tendrá que realizar una menor inversión en recursos cognitivos para llevar a cabo el proceso decisional merced al cual seleccionará la respuesta más apropiada ante el estímulo en cuestión, de entre el abanico disponible de posibilidades o alternativas de respuesta. Como señalan Van Elslande y Faucher-Alberton (1996), la estructura mental de conocimientos y expectativas respecto a diversas situaciones de tráfico —formada a partir del aprendizaje adquirido por experiencias pasadas en tales situaciones u otras parecidas— dirige la actividad de conducir en relación con dicho conocimiento almacenado, el cual asocia las secuencias de acción con tales situaciones y contextos específicos.

Estos esquemas cognitivos que se desarrollan con la experiencia posibilitan la consolidación del aprendizaje perceptivo y atencional en el procesamiento no sólo desde abajo hacia arriba (*bottom-up*) sino también desde arriba hacia abajo (*top-down*): las expectativas formadas gracias a los esquemas de conocimiento o representaciones mentales almacenadas en la memoria, guían el procesamiento de la información desde su misma base (el proceso perceptivo-atencional) de manera que facilitan la focalización de la atención hacia los estímulos relevantes o señales críticas del entorno, con la consiguiente economización de recursos cognitivos (Delhomme y Meyer, 1996; Delhomme, 1995; Rumar, 1990; Benda y Hoyos, 1983; Neboit, 1982).

Muchos de los errores en la conducción (sobre todo no intencionales) que se producen por la inexperiencia, son debidos a un inadecuado conocimiento —esquemas mentales inadecuados, por tanto— sobre las situaciones de riesgo y sobre las propias habilidades (Gregersen y Bjurulf, 1996; Brown, 1996, 1994, 1989; Gregersen, 1994; Brehmer, 1990; Lourens, 1989; Groeger y Brown, 1989). En cuanto a las situaciones de riesgo, la percepción y evaluación de los riesgos que llevan a cabo los conductores noveles, en ocasiones es inadecuada por la falta de experiencia y aprendizaje sobre las mismas, que les lleva a no ser

capaces de poner a tiempo conductas adecuadas que corrijan o eviten tales riesgos, por una falta de previsión y anticipación debido a la falta de expectativas o representaciones mentales sobre tales situaciones -o la posibilidad de la transferencia a partir de otras parecidas-, que llevan a la puesta en marcha de un proceso decisional inadecuado, con frecuencia excesivamente largo, que puede llevar a que el sujeto no elija la alternativa de respuesta apropiada o a que ponga en marcha la alternativa adecuada pero demasiado tarde. Además, la falta de una adecuada discriminación estimular por la inexperiencia es aplicable igualmente en el caso de los estímulos peligrosos o situaciones de riesgo. En cuanto a las propias habilidades, tanto la sobreestimación como la subestimación de las propias habilidades y destrezas para la conducción, pueden ser frecuentes en los conductores noveles, debido a la falta de conocimientos sobre las mismas y sobre los riesgos (aunque los estudios anteriormente citados se centran predominantemente en la sobreestimación de las propias habilidades en un grupo poblacional concreto de conductores: hombres jóvenes). La interacción con un rango cada vez mayor de situaciones de tráfico, generalmente permite al conductor ganar una impresión más realista -por tanto, un esquema mental más adecuado- del nivel de desarrollo de sus propias habilidades y destrezas para la conducción (Brown, 1994).

Las habilidades y capacidades de procesamiento de nivel superior necesarias para identificar y extraer la información relevante de la enorme variedad y complejidad de situaciones y entornos viales, y para responder apropiadamente ante ellas, se van desarrollando y perfeccionando con los años -e incluso con las décadas- de experiencia en la conducción (Evans, 1991). Una clara indicación de los cambios que ocurren conforme se desarrollan las habilidades para la conducción, son los cambios que se producen en los patrones de orientación y búsqueda visual. Existen diversos estudios en los que se han investigado los patrones de cambio y desarrollo en los movimientos oculares y la evolución, en cuanto a la orientación y búsqueda en el campo visual, que ocurre con la experiencia (Evans, 1991; Miltenburg y Kuiken, 1990; Montoro, Soler y Tortosa, 1987; Brown, 1982; Neboit, 1982, 1981; Åberg, 1981; Mourant y Grimson, 1977; Summala & Näätänen, 1974; Mourant y Rockwell, 1972, 1970; Rockwell, 1972). En general estos estudios apuntan a una evolución, en lo que se refiere a las estrategias de exploración visual, que se caracteriza por: cambios en dichas estrategias -el conductor novel se centra en el entorno más próximo mientras que el conductor experimentado centra su actividad visual exploratoria en la totalidad de los elementos del entorno, lo que le permite realizar anticipaciones a más largo plazo-; y por cambios a nivel del contenido informativo de la exploración -el conductor novel explora poco el entorno lejano porque los controles perceptivos sobre el entorno inmediato absorben la mayor parte de su capacidad de búsqueda y tratamiento de la información-.

En resumen, algunos de los aspectos más característicos de esta evolución que se da con la experiencia son los siguientes:

a) El conductor experimentado lleva a cabo una mejor utilización de la información recogida en visión periférica, frente al predominio de la información recogida a través de la visión foveal o central que realiza el conductor novel.

b) El conductor experimentado lleva a cabo una utilización más económica del tiempo y número de fijaciones visuales (realiza una menor cantidad de movimientos oculares) que el conductor novel.

c) Con esta evolución se produce también un desarrollo en la aptitud para organizar un esquema anticipatorio de los eventos y, por tanto, del número y tipo de informaciones necesarias a recordar.

d) También se produce un desarrollo en la capacidad de discriminación de los indicadores pertinentes en una situación dada.

e) Un mejor conocimiento de los modos de exploración visual ligados a la tarea específica: la recogida de información adecuada es fruto de un conocimiento adecuado del sistema que permite al conductor elaborar un conjunto de previsiones, hipótesis y anticipaciones que guían la búsqueda y el análisis de las informaciones pertinentes, lo cual es necesario para saber dónde y qué mirar (búsqueda selectiva de informaciones) y cómo mirar (utilización económica y eficaz del sistema visual), con el fin de extraer toda la información relevante de una situación dada que permita la corroboración o modificación de las previsiones establecidas.

La evolución de las estrategias de la recogida de información visual con la experiencia sigue, en general, tres grandes categorías de control visual: los controles visuales sobre los distintos elementos ubicados en el interior del vehículo, los controles visuales sobre la trayectoria, y los controles visuales sobre el entorno. La experiencia posibilita, pues, una disminución de los controles visuales sobre los mandos del vehículo, y un aumento en los otros dos tipos de control (Montoro, Soler y Tortosa, 1987).

3. 3. 2. *El aprendizaje de errores en la conducción a través de la experiencia: los efectos negativos*

El proceso de aprendizaje de la conducción de vehículos y de la interrelación y el funcionamiento de los elementos que componen el sistema de tráfico en general no cesa al término del periodo de formación en la autoescuela, ni tampoco después de los primeros años de experiencia en la conducción, sino que ocurre a lo largo de toda la vida del conductor, por mucha experiencia que tenga en esta actividad. La experiencia en la conducción conduce a la mejora de ciertas habilidades, destrezas y, sobre todo, conocimientos, como se ha visto. A nivel de los procesos de orden superior, la experiencia en la ejecución de esta actividad posibilita al conductor el desarrollo de expectativas relacionadas con el modo en que previsiblemente se desarrollarán ciertas situaciones en el futuro.

Sin embargo, la experiencia en la conducción también puede llevar al aprendizaje de errores, conductas inseguras y malos hábitos. La formación de estructuras de conocimiento y representaciones mentales como resultado del aprendizaje por la experiencia en la realización de la actividad de la conducción, pasa a constituir un aspecto negativo en lo que respecta a las habilidades que tienden a empeorar o a «contaminarse» de errores y malos hábitos con la experiencia debido a que, a nivel mnemónico, se forman esquemas erróneos o inadecuados.

cuados desde el punto de vista de la seguridad vial. Estos esquemas cognitivos inadecuados se activarán ante la presencia de determinados estímulos, dando lugar a respuestas que no siempre serán apropiadas (errores), por las fuertes conexiones neuronales establecidas entre los componentes estimulares y de respuesta que forman parte de estos esquemas mentales.

La ejecución basada en habilidades, como sabemos, se da bajo control atencional casi automático: la especificidad que suele caracterizar a la ejecución a este nivel lleva a que las conexiones neuronales que forman los esquemas mentales correspondientes estén muy fortalecidas debido a la experiencia repetida en dicha ejecución, de manera que ante un estímulo, la alternativa de respuesta apropiada es casi única y depende de la situación en mucha menor medida que la ejecución al nivel de reglas y conocimientos. La ejecución, por tanto, se da a un nivel de control casi automático porque el proceso decisional que media la puesta en marcha de la alternativa de respuesta apropiada es más corto que la ejecución que se da bajo control atencional consciente o semiconsciente. Por ello, los errores basados en habilidades pueden llegar a constituir «automatismos» mal adquiridos difíciles de eliminar del repertorio comportamental, por la rigidez e inflexibilidad que precisamente caracteriza a este tipo de aprendizajes.

Debido a la complejidad y nivel de generalidad que suele caracterizar a la ejecución basada en conocimientos y en reglas, las conexiones neuronales que forman los esquemas correspondientes no son muy fuertes puesto que ante un estímulo puede existir una variedad de alternativas de respuesta, dependiendo de diversos factores tales como la situación. La ejecución, por tanto, se da a un nivel de control consciente o semiconsciente porque el proceso decisional que media la puesta en marcha de la alternativa de respuesta apropiada es más largo que la ejecución que se da bajo control atencional casi automático.

La complejidad que caracteriza a la actividad de conducir y a la diversidad de situaciones de tráfico ante las que nos podemos encontrar, lleva a que para los niveles de ejecución basados sobre todo en reglas y conocimientos no sea conveniente la «excesiva automatización» a la que generalmente tienden los conductores con los años de experiencia, debido a que puede conducir a una inflexibilidad o rigidez cognitiva, de manera que el sujeto no tenga en cuenta las diferentes alternativas de acción de que dispone ante la presentación de cualquier estímulo o situación. Los errores que se pueden producir en el procesamiento de arriba a abajo por la generación de unas expectativas erróneas o no adecuadas a la situación estimular presentada (por la activación de esquemas inapropiados), o por la generalización de una respuesta ante situaciones que evaluamos como similares pero que contienen peculiaridades o características diferenciales, todo ello debido a la tendencia a «automatizar» y rutinizar la actividad de conducir que se da con los años de experiencia en la misma, han sido denominados por algunos autores como errores de rutina, y son, pues, característicos de los conductores experimentados (Van Elslande y Faucher-Alberton, 1996; Reason, 1990; Rumar, 1990; Norman, 1981). El sobre-aprendizaje y la excesiva rutina en la actividad de conducir, que ocurre como resultado de la repetición durante años de dicha actividad, puede tener sus efectos negativos ya que las complejas y diversas situaciones de tráfico ante las que los sujetos se enfrentan, jamás serán igua-

les, y aunque la experiencia desarrolla la necesaria capacidad de transferencia y generalización de comportamientos de unas situaciones a otras, constituye un factor o «arma de doble filo» (como han señalado Van Elslande y Faucher-Alberton, 1996) puesto que dicha generalización puede que no siempre sea adecuada a las peculiaridades de algunas situaciones, y que dé lugar, por tanto, a la ejecución de errores de rutina.

Los errores de rutina más característicos de los conductores con sobre-experiencia han sido clasificados desde el marco S-R-K y se han establecido los siguientes tipos (Van Elslande y Faucher-Alberton, 1996):

1) Errores perceptivos: estos errores se producen debido a que el conductor no tiene en cuenta o no atiende adecuadamente todos los aspectos, elementos o partes de la situación, por la sobre-experiencia pasada o excesiva familiaridad con la misma, de manera que su ejecución ante tal situación responde a las expectativas o esquemas mentales que posee para la misma (predominio del procesamiento de arriba a abajo sobre el procesamiento de abajo a arriba), pero no se adecua a los elementos o factores nuevos que caracterizan a la situación real a la que se enfrenta, por una insuficiente o inadecuada focalización de la atención –y, por tanto, insuficiente e inadecuada percepción– a los elementos nuevos de la situación. Estos errores tienen lugar, por tanto, a niveles inferiores del procesamiento, desde la propia «entrada» o adquisición de la información a través de los sentidos, aunque su ocurrencia tiene lugar por un exceso en el procesamiento de arriba a abajo que lleva a cabo el sujeto, que le predispone a atender, percibir y responder a las situaciones según sus expectativas y representaciones particulares de las mismas.

2) Errores de interpretación: estos errores se producen a niveles superiores del procesamiento. Presuponen una adecuada adquisición de la información (de abajo a arriba) sobre la situación, pero dicha información es interpretada erróneamente puesto que activa esquemas mentales y estructuras de conocimiento para dicha situación de manera tal, que lleva a que el conductor «sobre-enfaticé» el conocimiento que posee sobre este tipo de situación, por lo que espera que ésta se desarrolle según este conocimiento, es decir, según sus expectativas con respecto a esta situación por la experiencia pasada con la misma (igualmente, se produce un predominio del procesamiento de arriba a abajo sobre el procesamiento de abajo a arriba). El error ocurre cuando esta situación no se desarrolla conforme a lo esperado y el conductor actúa de acuerdo a la situación esperada y no a la que realmente ocurre.

3) Errores por distracción o interrupción temporal de la atención: estos errores son debidos al excesivo grado de «automatización» con que se lleva a cabo la actividad de la conducción por la sobre-experiencia o por la excesiva familiarización con la ruta, que lleva a que los conductores desatiendan excesivamente la carretera y se distraigan por la puesta en marcha de tareas secundarias a la conducción.

Así pues, estos tipos de error son los más característicos de la sobre-experiencia en la conducción, y muestran la influencia negativa de las expectativas desarrolladas por los conductores sobre las diversas situaciones de tráfico. Genéricamente, se les llama errores de rutina y se producen a consecuencia de una

rigidez en las expectativas y «automatismos» ante las diversas tareas y situaciones de tráfico y conducción, rigidez o inflexibilidad que los conductores tienden a desarrollar con los años de práctica continuada y experiencia en la ejecución de esta compleja actividad. Esta rigidez ocurre como resultado de un «desequilibrio» entre el procesamiento de abajo a arriba y el procesamiento de arriba a abajo que el conductor pone en marcha ante las tareas y situaciones a las que se enfrenta en su conducción, de manera que, si en el conductor novel se daba un excesivo procesamiento de abajo a arriba por la falta de estructuras de conocimientos y reglas en la memoria, que le llevaba a una fatiga temprana por el excesivo desgaste de recursos cognitivos, en el conductor con experiencia se da generalmente una tendencia al excesivo procesamiento de arriba a abajo, que le lleva a «confiar» excesivamente en sus estructuras de conocimientos almacenados para gran cantidad de situaciones de tráfico, y a no tener en cuenta (o «no confirmar») adecuadamente la información exterior que recibe a través de sus sentidos, lo que le lleva a cometer los errores de rutina –perceptivos, interpretacionales y atencionales (distracción)– anteriormente apuntados.

En conclusión, parece pues que la sobre-experiencia en la actividad de la conducción puede dar lugar a una «rigidez» en las expectativas respecto a la misma y a un excesivo procesamiento de arriba a abajo –De Keyser y Woods (1990) lo han denominado «efecto de fijación»–, de manera que los cambios o elementos estímulos nuevos o diferentes en dicha actividad pueden no ser percibidos por la falta de atención a los mismos, o pueden dar lugar a la ejecución de comportamientos acordes a la situación esperada según los conocimientos previos sobre la misma.

4. Resumen y conclusiones finales

1. El modelo S-R-K presenta un planteamiento de análisis del error humano en la conducción de vehículos desde una perspectiva cognitiva del procesamiento de información, que parte de la distinción entre los modos de control atencional automático versus consciente. La clave de la diferenciación entre los errores basados en habilidades, los errores basados en reglas y los errores basados en conocimientos radica en el tipo de control atencional dominante en la ejecución de la tarea en cuestión, lo cual depende en buena medida de la naturaleza de dicha tarea y del grado de familiaridad con la misma.

2. Respecto a la discusión en torno al grado de automaticidad de las tareas que componen la actividad de la conducción, éstas no son homogéneas en cuanto al nivel de control atencional que demanda su puesta en marcha, lo cual es algo completamente necesario desde un punto de vista funcional y adaptativo. Sin embargo –y esto tiene importantes implicaciones prácticas para la seguridad vial– parece ser que ninguna de estas tareas (ni siquiera tareas tan básicas como el control del coche, el cambio de marchas, etc.) se ejecuta a un nivel de control totalmente automático. Su ejecución requiere la inversión de recursos atencionales en alguna medida, por lo que un exceso de demandas estímulos (internas o ex-

ternas) sobre el conductor, de manera que sobrepasen tales recursos, puede llevar a la comisión de errores por parte de éste en su conducción, con las consiguientes repercusiones para la seguridad del sistema.

3. El proceso del aprendizaje también es un elemento clave de este modelo, puesto que permite el cambio del tipo de control atencional dominante en la ejecución de una tarea hacia niveles menos controlados. Se ha expuesto el proceso de adquisición de habilidades y destrezas para la conducción y las fases por las que pasa dicho proceso, cuyo factor clave es, en definitiva, el tipo de control atencional que predomina en cada una de ellas. En resumen, este proceso de adquisición se lleva a cabo mediante un ajuste o un cambio continuo, progresivo e interdependiente, de modos de ejecución a través de los diferentes niveles de control cognitivo —conocimientos (control consciente), reglas (control semi-consciente/semiautomático), y habilidades (control automático)—, hasta que prácticamente se automatizan, como resultado de la práctica y experiencia al volante, la mayor cantidad posible de acciones y decisiones (Brown, 1994; Gregersen, 1994; Groeger, 1989; Brown, Groeger y Biehl, 1987).

4. Con respecto a los problemas de los conductores noveles e inexperimentados, se han destacado cuáles son los errores (no intencionales) más característicos que suelen cometer en su conducción: éstos son los errores basados en conocimientos y en reglas, según las investigaciones enmarcadas en el modelo S-R-K. La falta de esquemas y representaciones mentales sobre el sistema de tráfico, por la falta de experiencias con el mismo, les limita en cuanto a la posibilidad de desarrollar expectativas y transferir conocimientos y reglas respecto a las situaciones con que se enfrentan en su conducción. Además, la falta de una adecuada discriminación de la información estimular relevante del entorno vial les lleva a atender, percibir y responder ante información irrelevante y, por tanto, a invertir más recursos cognitivos de los necesarios en el procesamiento de la información procedente del entorno.

5. La experiencia en la conducción trae consigo efectos positivos, como demuestra la reducción de las tasas de accidentalidad que ocurre con los años de exposición al volante. Permite formar esquemas de conocimientos y reglas más adecuados sobre las situaciones de conducción y sobre el sistema de tráfico en general, posibilita la transferencia de los conocimientos adquiridos de unas situaciones a otras, permite una mayor rapidez en los procesos interpretacionales, evaluativos y decisionales que median la ejecución de las respuestas ante las situaciones de tráfico, posibilita una reducción del control visual sobre los mandos del vehículo y un aumento del control visual sobre el entorno, etc.

6. Por último, se han expuesto los efectos negativos de la experiencia en la conducción como consecuencia de la adquisición de errores y malos hábitos que frecuentemente se da con los años de exposición al volante. El aprendizaje es un proceso que ocurre a lo largo de toda la vida, por muchos años de experiencia en la conducción que tenga una persona. Los tipos de error más característicos de los conductores con sobre-experiencia, según las investigaciones encuadradas en el marco S-R-K, son los errores de rutina, destacando los errores perceptivos, los errores interpretacionales, y los errores atencionales o por distracción. Los errores de rutina en general muestran la influencia negativa de las expectativas desa-

rolladas por los conductores sobre las diversas situaciones de tráfico, ya que se producen a consecuencia de una rigidez en las expectativas y «automatismos» ante las diversas tareas y situaciones de tráfico y conducción, rigidez o inflexibilidad que los conductores tienden a desarrollar con los años de práctica continuada y experiencia en la ejecución de esta compleja actividad.

REFERENCIAS

- Åberg, L. (1981). The human factor in game-vehicle accidents: A study of drivers' information acquisition. *Acta Universitatis Upsaliensis, Studia Psychologica Upsaliensia*, 6. Dept of Psychology, Uppsala. University of Uppsala.
- Adams, J. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-150.
- Anderson, J. R. (1992). Automaticity and the ACT* theory. *American Journal of Psychology*, 105 (2), 165-180.
- Anderson, J. R. (1987). Skill acquisition: Compilation of weak-method problem solutions. *Psychological Review*, 94, 192-210.
- Anderson, J. R. (1983). *The architecture of cognition*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, 369-406.
- Baars, B. J. (1987). What is conscious in the control of action? A modern ideomotor theory of voluntary control. En D. S. Gorfein & R. R. Hoffman (Eds.), *Memory and Learning. The Ebbinghaus Centennial Conference*. Hillsdale, NJ: LEA.
- Baars, B. J. (1988). *A Cognitive Theory of Consciousness*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Battelle (1987). *Unintended acceleration of 1978-1986 Audi 5000 cars with automatic transmissions*. Columbus, Ohio: Author.
- Benda, H. V. & Hoyos, C. G. (1983). Estimating hazards in traffic situations. *Accident Analysis and Prevention*, 15 (1), 1-9.
- Brehmer, B. (1990). Variable errors set a limit to adaptation. *Ergonomics*, 33 (10/11), 1231-1239.
- Brookhuis, K. A., de Vries, G. & de Waard, D. (1991). The effects of mobile telephoning on driving performance. *Accident Analysis and Prevention*, 23, 309-316.
- Brown, I. D. (1996). *How traffic and transport systems can benefit from psychology*. Trabajo presentado en la International Conference on Traffic and Transport Psychology. Valencia, 22-25 mayo.
- Brown, I. (1994). How is driver behaviour acquired? En G. B. Grayson (Ed.), *Behavioural Research in Road Safety IV. Proceedings of a Seminar at Brunel University*, 6-7 setiembre, 1993. Berkshire, 50-60.
- Brown, I. D. (1989). *How can we train safe driving?* Traffic Research Centre, University of Groningen, The Netherlands.
- Brown, I. D., Groeger, J. A. & Biehl, B. (1987). Is driver training contributing enough to road safety? En J. A. Rothengatter & R. A. De Bruin (Eds.), *Road Users and Traffic Safety*. Van Gorcum, Assen/Maastricht.
- Brown, I. D. (1982). Exposure and experience are a confounded nuisance in research on driver behaviour. *Ergonomics*, 14, 345-352.
- Brown, I. D.; Tickner, A. H. & Simmonds, D. C. V. (1969). Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology*, 53, 419-424.
- Carbonell, E. (1992). *Psicología y Seguridad Vial*. Conferencia en la Universidad de Murcia. Murcia, 1992.
- Crossman, E. R. F. W. (1959). A theory of the acquisition of speed-skill. *Ergonomics*, 2, 153-166.
- Davies, B. T. & Watts, J. M., Jr. (1970). Further investigations of movement time between brake and accelerator pedals in automobiles. *Human Factors*, 12, 559-561.
- Davies, B. T. & Watts, J. M., Jr. (1969). Preliminary investigations of movement time between brake and accelerator pedals in automobiles. *Human Factors*, 11, 407-410.
- De Keyser, V. & Woods, D. D. (1990). Fixation errors in complex systems. En A. G. Colombo & R. Misenta (Eds.), *Advanced Systems Reliability Modelling*. Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Delhomme, P. & Meyer, T. (1996). *Control motivation and driving experience among young drivers*. Trabajo presentado a la International Conference on Traffic and Transport Psychology. Valencia, 22-25 mayo.
- Delhomme, P. (1995). Évaluation de ses propres capacités de conduite et activité de conduite. *Revue Transport et Sécurité*, 48, 39-51.
- Duncan, J. (1990). Goal weighting and the choice of behaviour in a complex world. *Ergonomics*, 33 (10/11), 1265-1279.
- Evans, L. (1991). *Traffic Safety and the Driver*. New York: Van Nostrand Reinhold.

- Fitts, P. M. & Posner, M. I. (1967). *Human performance*. Belmont, California: Brooks/Cole.
- Fitts, P. M. (1964). Perceptual motor skill learning. En A. W. Melton (Ed.), *Categories of Human Learning*. New York: Academic Press.
- Fitts, P. M. & Posner, M. I. (1962). *Human performance*. Monterey, California: Brooks/Cole.
- Gentile, A. M. (1972). A working model of skill acquisition with application to teaching. *Quest*, 17, 3-23.
- Glendon, A. I. & McKenna, E. F. (1995). Human error and human factors. En A. I. Glendon & E. F. McKenna (Eds.), *Human Safety and Risk Management*. UK: Chapman & Hall.
- Gregersen, N. P. (1996). *Practising from the age of 16, some evaluation results from Swedish driver training*. Trabajo presentado a la International Conference on Traffic and Transport Psychology. Valencia, 22-25 mayo.
- Gregersen, N. P. & Bjurulf, P. (1996). Young novice drivers: Towards a model of their accident involvement. *Accident Analysis and Prevention*, 28 (2), 229-241.
- Gregersen, N. P. (1994). Systematic cooperation between driving schools and parents in driver education, an experiment. *Accident Analysis and Prevention*, 26 (4), 453-461.
- Groeger, J. A. & Clegg, B. A. (1996). *Automaticity and driving: time to change gear?* Trabajo presentado a la International Conference on Traffic and Transport Psychology. Valencia, 22-25 mayo.
- Groeger, J. A. (1989). Conceptual bases of drivers' errors. *The Irish Journal of Psychology*, 10 (2), 276-290.
- Groeger, J. A. & Brown, I. D. (1989). Assessing one's own and others' driving ability: Influences of sex, age, and experience. *Accident Analysis and Prevention*, 21 (2), 155-168.
- Hasher, L. & Zacks, R. T. (1984). Automatic processing of fundamental information: The case of frequency of occurrence. *American Psychologist*, 39, 1372-1388.
- Hasher, L. & Zacks, R. T. (1979). Automatic and effortful processes in memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 108, 356-388.
- Kahneman, D. & Treisman, A. (1984). Changing views of attention and automaticity. En R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 29-61). Orlando: Academic Press.
- Kruysse, H. W. (1992). How slips result in traffic conflicts and accidents. *Applied Cognitive Psychology*, 6, 607-618.
- Logan, G. D. (1988). Toward an instance theory of automatization. *Psychological Review*, 95 (4), 492-527.
- Lourens, P. F. (1989). Error analysis and applications in transportation systems. *Accident Analysis and Prevention*, 21 (5) 419-426.
- MacKay, D. G. (1982). The problem of flexibility, fluency and speed-accuracy trade-off in skilled behavior. *Psychological Review*, 89, 483-506.
- Marcel, A. J. (1983). Conscious and unconscious perception: An approach to the relations between phenomenal experience and perceptual processes. *Cognitive Psychology*, 15, 238-300.
- Maycock, G., Lockwood, C. R. & Lester, J. F. (1991). The accident liability of car drivers. *TRL Research Report*, 315. Crowthorne: Transport Research Laboratory.
- McKenna, F. P. & Crick, J. (1994). Is driving an automatic task? Dual-task performance and hazard perception. En G. B. Grayson (Ed.), *Behavioural Research in Road Safety IV. Proceedings of a Seminar at Brunel University*. 6-7 setiembre, 1993. Berkshire, 19-23.
- McKenna, F. P. & Crick, J. (1991). Experience and expertise in hazard perception. En G. B. Grayson & J. F. Lester (Eds.), *Behavioural Research in Road Safety*. Crowthorne, Berks: Transport and Road Research Laboratory.
- McKnight, A. J. & McKnight, A. S. (1993). The effect of cellular phone use upon driver attention. *Accident Analysis and Prevention*, 25, 259-265.
- McLeod, P., McLaughlin, C. & Nimmo-Smith, I. (1985). Information encapsulation and automaticity: Evidence from the visual control of finely timed actions. En M. I. Posner and O. S. Marin (Eds.), *Attention and Performance*, XI. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Megía, M. J.; Morales, M. M. y Nájera, E. (1995). Epidemiología de los accidentes de tráfico en España. En L. Montoro, E. Carbonell, J. Sanmartín y F. Tortosa (Eds.), *Seguridad Vial: del Factor Humano a las Nuevas Tecnologías* (pp. 29-49). Madrid: Síntesis.
- Miltenburg, P. G. M. & Kuiken, M. J. (1990). The effect of driving experience on visual search strategies: Results of a laboratory experiment. *Report VK-90-24*. Rijksuniversiteit Groningen, Haren.
- Montoro, L. (1991). *Estrategias de Seguridad Vial para el año 2000: El factor humano*. Ponencia en las Jornadas sobre Estrategias de Seguridad Vial para el año 2000, organizadas por el Grupo de Expertos Europeo de Alto Nivel en Seguridad Vial, la Generalitat de Cataluña y el Ayuntamiento de Barcelona.
- Montoro, L., Soler, J. y Tortosa, F. (1987). Aprendizaje y conducción. En J. Soler y F. Tortosa (Eds.), *Psicología y Tráfico* (pp. 119-149). Valencia: Nau Llibres.
- Mourant, R. R. & Grimson, C. G. (1977). Predictive head-movements during automobile mirror sampling. *Perceptual and Motor Skills*, 44, 238-286.

- Mourant, R. R. & Rockwell, T. H. (1972). Strategies of visual search by novice and experienced drivers. *Human Factors*, 14, 325-335.
- Mourant, R. R. & Rockwell, T. H. (1970). *Visual information seeking of novice drivers*. SAE paper 700397. Warrendale, PA, Society of Automotive Engineers. Proceedings of the 13th FISITA conference, International Automobile Safety Conference compendium, 704-711.
- National Highway Traffic Safety Administration (1986). *Engineering analysis action report: Unintended acceleration*. NHTSA closing report on G. M. (NHTSA Report EA 78-110). Washington, DC: U. S. Government Printing Office.
- Naveh-Benjamin, M. & Jonides, J. (1986). On the automaticity of frequency coding: Effects of competing task load, encoding strategy, and intention. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 12, 378-386.
- Neboit, M. (1982). L'exploration visuelle du conducteur: rôle de l'apprentissage et de l'expérience. *Cahiers d'études Onser*, 56.
- Neboit, M. (1981). Vision, exploration visuelle, et sécurité routière. *Cahiers d'études Onser*, 54.
- Newell, A. & Rosenbloom, P. S. (1981). Mechanisms of skill acquisition and the law of practice. En J. R. Anderson (Ed.), *Cognitive skills and their acquisition* (pp. 1-55). Hillsdale, NJ, Erlbaum.
- Norman, D. & Shallice, T. (1986). Attention to action. Willed and automatic control of behavior. En R. J. Davidson, G. E. Schwartz & D. Shapiro (Eds.), *Consciousness and Self-regulation*. Vol. 4. New York: Plenum Press.
- Norman, D. A. (1981). Categorisation of actions slips. *Psychological Review*, 88 (1), 1-15.
- Pastor, G. (1997). *Análisis conceptual del error humano en la conducción de vehículos automóviles*. Tesis de Licenciatura no publicada. Valencia.
- Pelz, D. C. & Schuman, S. H. (1971). Are young drivers really more dangerous after controlling for exposure and experience? *Journal of Safety Research*, 3, 68-79.
- Rasmussen, J. (1987). The definition of human error and a taxonomy for technical system design. En J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds.), *New Technology and Human Error*. Chichester: Wiley.
- Rasmussen, J. (1986). A framework for cognitive task analysis in systems design. En E. Hollnagel, G. Mancini & D. D. Woods (Eds.), *Intelligent decision support in process environments*. Berlin: Springer-Verlag.
- Rasmussen, J. (1983). Skills, rules and knowledge: signals, signs and symbols; and other distinctions in human performance models. *IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics*, 13, 257-266.
- Reason, J. T. (1994). The comprehensive management of driver behaviour. En G. B. Grayson (Ed.), *Behavioural Research in Road Safety IV. Proceedings of a Seminar at Brunel University*. 6-7 setiembre, 1993. Berkshire, 1-18.
- Reason, J. T. (1990). *Human Error*. New York: Cambridge University Press.
- Reason, J. T. (1987). Generic Error-Modelling Systems (GEMS), a cognitive framework for locating common human error forms. En J. Rasmussen, K. Duncan & J. Leplat (Eds.), *New Technology and Human Error* (pp. 63-83). Chichester: Wiley.
- Reason, J. T. (1984). Lapses of attention in everyday life. En R. Parasuraman & D. R. Davies (Eds.), *Varieties of attention* (pp. 515-549). London: Academic Press.
- Reason, J. T. (1979). Actions not as planned: the price of automatization. En G. Underwood & R. Stevens (Eds.), *Aspects of consciousness. Psychological Issues*, 1. London: Academic Press.
- Rockwell, T. H. (1972). Skills, judgment and information acquisition in driving. En T. W. Forbes (Ed.), *Human Factors in Highway Traffic Safety Research* (pp. 133-164). New York: Wiley-Interscience.
- Rogers, S. B. & Wierwille, W. W. (1988). The occurrence of accelerator and brake pedal actuation errors during simulated driving. *Human Factors*, 30, 71-81.
- Ruiz Vargas, J. M. (1993). Atención y control: modelos y problemas para una integración teórica. *Revista de Psicología General y Aplicada*, 46 (2), 125-137.
- Rumar, K. (1990). The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33 (10/11), 1281-1290.
- Schmidt, R. A. (1989). Unintended acceleration: a review of human factors contributions. *Human Factors*, 31 (3), 345-364.
- Schneider, W. (1985). Toward a model of attention and the development of automatic processing. En M. I. Posner y O. S. Marin (Eds.), *Attention and Performance XI* (pp. 475-492). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schneider, W., Dumais, S. T. & Shiffrin, R. M. (1984). Automatic and control processing and attention. En R. Parasuraman & R. Davies (Eds.), *Varieties of Attention*. New York: Academic Press.
- Shiffrin, R. M. & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. *Psychological Review*, 84, 127-190.
- Simonet, P. (1985). *Apprentissages Moteurs*. Paris: Vigot.
- Spolander, K. (1983). Accident risks of drivers. A model tested on men and women (in Swedish). *VTI Rapport* 268. Swedish Road and Transport Research Institute, Linköping.

- Summala, H. & Näätänen, R. (1974). Perception of highway traffic signs and motivation. *Journal of Safety Research*, 6, 150-153.
- Tortosa, F. (1996). *Seguridad vial y factor humano*. XIII Jornadas Nacionales de la Sociedad Española de Parapsicología. Toledo, octubre.
- Van Elslande, P. & Faucher-Alberton, L. (1996). *When expectancies become certainties: A potential adverse effect of experience*. Trabajo presentado a la International Conference on Traffic and Transport Psychology. Valencia, 22-25 mayo.
- Vernoy, M. W. (1989). Pedal error and misperceived centerline in eight different automobiles. *Human Factors*, 31 (4), 369-375.
- Wickens, C. D. (1989). Attention and skilled performance. En D. Holding (Ed.), *Human Skills*. New York: Wiley.