

FATIGA Y CONDUCCION DE AUTOMOVILES

J. SOLER
F. TORTOSA
A. REIG

Departamento de Psicología General
Universidad de Valencia
Departamento de Psicología
Universidad de Alicante

UN hecho indudable es que una persona no siempre está en óptimas condiciones psicofísicas cuando se sienta tras los mandos de su vehículo, ni tampoco las causas que le obligan o impulsan a hacerlo son las mismas. La persona puede haber dormido mucho, poco o nada, la noche anterior; puede tener un fuerte ataque gripal; puede haber ingerido una excesiva cantidad de alcohol; puede estar excitado y ansioso; puede estar pasando una crisis depresiva, etcétera.

La gama y el número de eventos, situaciones o estados que pueden disminuir las capacidades de un conductor y, por tanto, la calidad de su desempeño es enorme, e incluso puede variar en su efecto de persona a persona; siendo su efecto más o menos duradero sobre la conducta de la persona. Podríamos decir que el grado de desacuerdo entre un estado y un rasgo es probable que lleve a conductas de conducción potencialmente peligrosas; por ejemplo, la aparición de un estado de elevada ansiedad en una persona usualmente tranquila puede tener efectos más adversos sobre su conducta que un estado de elevada ansiedad en una persona de rasgos ansiosos. Es cierto que, dentro de ciertos límites, un conductor, especialmente si es expe-

rimentado, puede compensar algunas de las deficiencias inducidas en su forma de conducir, pero esto tiene un fuerte costo físico que tampoco puede ser mantenido por mucho tiempo.

El accidente puede considerarse como el resultado final de un «proceso» en el que se encadenan diversos eventos, condiciones y conductas. Como señala Fell (1976), el accidente es un fallo en el desempeño de las habilidades requeridas para conducir, pero ese error es «efecto» de la acción de diversos tipos de causas (físicas, personales, experiencia, aceptación intencionada de riesgos y acciones interferentes), que pueden actuar en forma aislada o combinada.

En la misma línea se encuentra la investigación realizada por el equipo de investigadores de Seguridad Vial de la Universidad de Michigan, quienes distinguían entre «causas humanas directas», las inmediatamente precedentes al accidente, y «causas indirectas», aquellas condiciones y estados del conductor que influyen negativamente en sus habilidades para mantener un nivel seguro de conducción.

Señalaron (Treat et al., 1977; Treat, 1980) tres grandes categorías de «causas indirectas»: físicas o fisiológicas, mentales o emocionales, e

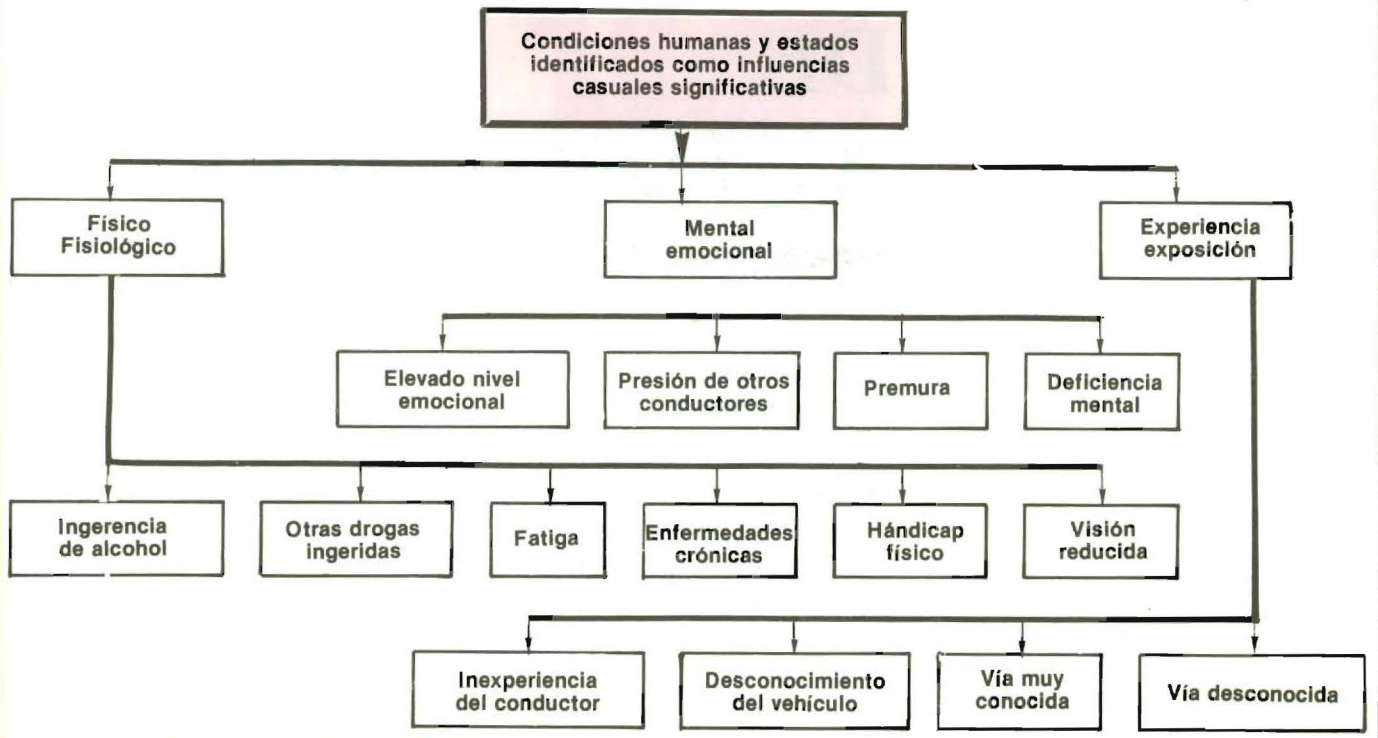
inexperiencia; pudiéndose subdividir cada una de ellas en otras categorías explicativas y actuar combinadamente (gráfico 1).

Los resultados obtenidos mostraron el preponderante papel de las causas fisiológicas (alcohol, drogas, fatiga), seguidas por las mentales o emocionales (prisa, elevado nivel emocional, presión de los otros conductores) y la inexperiencia (inexperiencia del conductor, desconocimiento del vehículo, vía desconocida).

Los efectos que sobre las dimensiones cognitivas, fisiológicas y motoras tienen el alcohol, las drogas y la fatiga son complejas y bastante conocidas. De hecho, los datos obtenidos en investigaciones sobre ellas han tenido importantes repercusiones, tales como fijar límites legales en los programas de actuación de los conductores profesionales, mejorar los planes y programas de formación, educación y propaganda, formular importantes leyes reguladoras y sancionadoras del tráfico, así como estrategias e instrumentos de prevención que han mostrado buenos resultados. No obstante, la enorme complejidad de cada una de esas áreas exige ulteriores discusión e investigación para continuar mejorando los

GRAFICO 1

Arbol de factores casuales de las condiciones y estados humanos que ocasionan accidentes de tráfico (tomado de Shinar, 1978, p. 122)



niveles de seguridad en las distintas vías públicas.

Como señalaba Norman (1962), es ampliamente conocido y aceptado el hecho de que en una buena proporción de accidentes un conductor estaba dormido o somnoliento, y se



asume, en consecuencia, que la fatiga puede ser un factor contribuyente importante en gran número de accidentes.

El problema de la relación entre fatiga y accidentes ha sido reconocido como importante desde hace años y provocó desde el principio un buen número de investigaciones con el objetivo de resolverlo y proceder a una eficaz legislación del número de horas de servicio de los conductores (cfr. Lahi, 1937; Jones et al., 1941), así como el desarrollo de pruebas específicas en los exámenes de selección para conductores profesionales.

La fatiga es una experiencia común usualmente asociada entre el gran público con el trabajo prolongado y/o monótono, y sus efectos nocivos sobre la calidad y precisión de la tarea en ejecución, con potenciales peligros para la persona que, fatigada, debe continuar ejecutando una actividad. Sin embargo, las investigaciones sobre el tema han mostrado la enorme complejidad del problema.

En una obra ya clásica, Bartley y Chute (1947) concluyeron que los puntos de vista existentes sobre la fatiga eran variados, fragmentarios y altamente inconsistentes, un punto

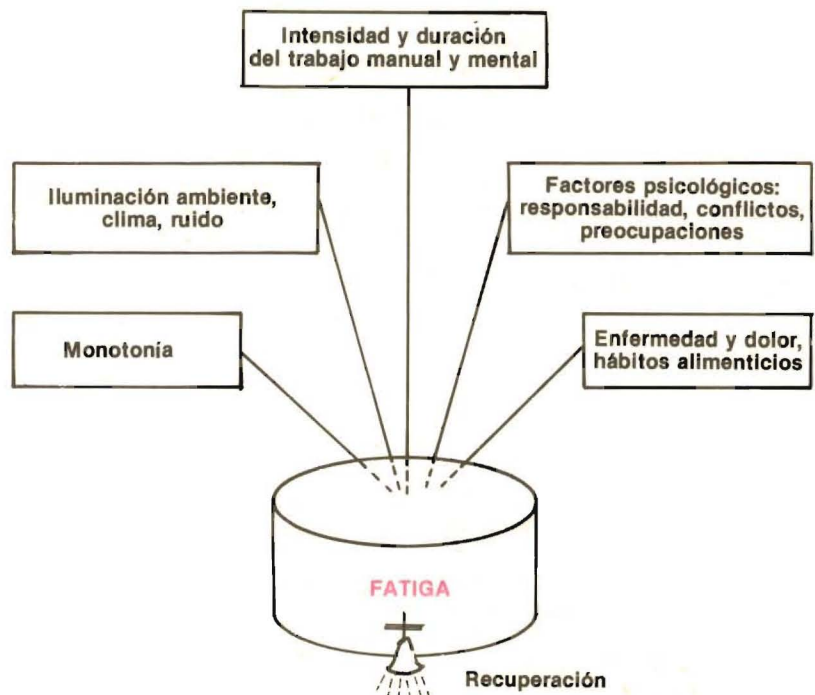
de vista que ha continuado manteniéndose (Brown, 1982). En cualquier caso intentaron redefinir la fatiga en función de un conjunto de atributos que podían aplicarse o no. Los enunciados negativos más importantes eran:

1. La fatiga no es un fenómeno idéntico al debilitamiento.
2. La fatiga no puede ser evaluada midiendo el debilitamiento.
3. La fatiga no depende crucialmente del gasto de energía.
4. La fatiga no es lo mismo que el aburrimiento ni el fastidio.
5. La fatiga no se localiza nunca en partes específicas del cuerpo.
6. La fatiga no puede ser definida o analizada en términos de sus supuestos orígenes ni de las funciones implicadas.

Los más importantes de los positivos serían:

1. La fatiga es experimentada siempre en forma directa.
2. La fatiga es personal, es una función de las aspiraciones, logros, autoevaluaciones y circunstancias previas y presentes del individuo.
3. La fatiga es acumulativa.
4. La fatiga resulta de un conflicto.

GRAFICO 2



Se compara el efecto acumulativo que sobre la fatiga ejercen diversos factores con el nivel de un líquido en un contenedor, y la recuperación como el desagüe del mismo (Hashimoto, 1971).

5. El comienzo de la fatiga y su desaparición pueden ser repentinos (Bartley y Chute, 1947).

Más recientemente, Bartley (1979) proponía que «fatiga» sería el nombre para un síndrome que incluye tres tipos de síntomas. El primero incluye cambios fisiológicos transitorios, el segundo tiene que ver con deterioros en la actividad útil —reducción de la calidad, cantidad o eficacia de la ejecución—, el tercero comprende el conocimiento de estados personales negativos.

Van Der Nest (1978), tras realizar una amplia revisión de trabajos y definiciones sobre la fatiga, concluía que este concepto parece describir la manifestación de un cambio en la eficacia de la ejecución de un organismo humano, producido por intermedio de una amplia variedad de factores fisiológicos y psicológicos que actúan sobre el ser humano, bien combinadamente, bien en forma aislada (gráfico 2). El grado de manifestación no depende exclusivamente de la dimensión temporal, sino también de numerosos y diversos factores psicofísicos, que pueden ser inhibidores o facilitadores, modulando el complejo estado que hemos llamado «fatiga».

En un interesante grupo de trabajos, dirigidos por Nelson en la Universidad de Alberta (Nelson y Ladan, 1976; Nelson y Peta, 1978; Nelson, Ladan y Carlson, 1979), se describe el proceso a través del cual aparece la fatiga y cuáles son sus manifestaciones. El primer indicador implica movimientos y cambios corporales, ajustes posturales y una cierta estereotipación de los movimientos; en un segundo momento aparecen diversos síntomas discretos, de los cuales resaltan tres grupos: un primer grupo tiene que ver con las dificultades para mantener el nivel de ejecución experimentado frecuentemente como torpeza, dificultad para concentrar la atención o problemas motores. Un segundo grupo hace referencia a la experimentación de condiciones personales desagradables, tales como cansancio, aburrimiento, ansiedad, aturdimiento, lapsus atencionales. Y por fin, el tercero se refiere a actividades negativas y agresivas, a menudo experimentadas en términos de sentimientos de hostilidad, antipatía o resentimiento. Estos síntomas se van incrementando progresivamente en frecuencia e intensidad conforme la actividad se aproxima a su fin.

En este segundo nivel, Hulbert (1972) señala un conjunto de manifestaciones observables en la conducta de conducción que muestran a las

claras la peligrosidad de ese estado psicofísico. Así, se producirían distracciones frecuentes, reacciones de deceleración frente a las cambiantes demandas del tráfico, más prolongadas y con cierto retraso, menos correcciones de dirección, menor respuesta psicogalvánica a los eventos que surgen del tráfico, más movimientos corporales, tales como parpadeos, entornar los ojos, restregarse la cara o estirarse, un descenso bastante brusco en el nivel de vigilancia y habilidades, una tasa de errores mayor y un enlentecimiento en la recogida y procesamiento de la información.

Por último, está el tercer nivel, el de la fatiga, un estado que es usualmente percibido como un intenso cansancio, aburrimiento, disconformidad, sueño, ansiedad e incluso en ocasiones colera, junto a un agudamiento de los síntomas del período anterior; todo ello puede dar lugar a una pasajera predisposición al accidente, caso de que el conductor en ese estado continúe al volante.

Pese a la diversidad de planteamientos y definiciones, existe un amplio consenso sobre el hecho de que su principal consecuencia es producir un empeoramiento en la ejecución conforme pasa el tiempo. En general, se ha señalado que induce deterioros en cierto número de características fisiológicas y psicológicas del conductor que podrían llevar al accidente. Entre ellas se han destacado las siguientes: disminuye el nivel de vigilancia y atención, disminuye la precisión y la velocidad de las respuestas, se incrementa el número de respuestas erróneas, se produce una percepción más lenta y debilitada, se incrementa el tiempo de reacción para frenar, disminuye la motivación, se mantiene la trayectoria inadecuadamente, produce una tendencia a aceptar niveles propios más bajos de precisión y desempeño, induce a aceptar mayores riesgos, produce deficiencias en la percepción e interpretación de ciertos ítems informativos y eventos, reduce la amplitud de la atención y disminuye la capacidad para realizar dos tareas simultáneamente —como por ejemplo mantener constante la velocidad y la posición dentro de la calzada— (Brown y Poulton, 1961; Safford y Rockwell, 1967; Roberts, 1971; Kaluger y Smith, 1970; Stave, 1977; Nelson, 1981; McDonald, 1980; O'Hanlon, 1978).

De estos y otros datos experimentales parece desprenderse que un conductor fatigado es un riesgo para

sí mismo y para los restantes automovilistas.

La aproximación más importante para el estudio de la fatiga general consiste en utilizar medidas relevantes de los procesos inhibidos del córtex cerebral (Grandjean y Kogi, 1971). Otros métodos propuestos para estudiar síntomas o consecuencias de fatiga serían:

— El estudio de la ejecución de la tarea, en función de las horas dedicadas.

— El estudio de los errores cometidos o de otros signos de deficiencias en la ejecución, en función de la duración de la tarea.

— La evaluación de los sentimientos subjetivos de fatiga por medio de escalas de autoevaluación.

— Medida de los cambios psicofísicos a través de un registro continuo durante el trabajo —tasa cardíaca, respiración, resistencia de la piel, actividad motora, movimientos oculares, tensión muscular o electroencefalogramas—.

— La aplicación de «tests» fisiológicos y psicológicos antes, durante y después de la ejecución de una tarea, incluyendo «tests» de ejecución visual, de ciertas habilidades, de ejecución mental, de tiempo de reacción, o la ejecución de ciertos «tests», dados como tareas subsidiarias: presión sanguínea y análisis metabólicos.

En cualquier caso, la mayor parte de los investigadores acentúan la importancia de medir más de un parámetro simultáneamente, por la escasa fiabilidad que posee una medida única (Zimmer, 1966; Spies, 1977).

Por otra parte, se han señalado diversos atributos del conductor que interactúan con la fatiga y que pueden ser detectados al medir la fatiga, entre ellos destacan los siguientes:

— Fatiga de sueño y modorra (Roberts, 1971; Hulbert, 1972).

— Motivación, incentivo y aburrimiento (Scott, 1962; Wilkinson, 1968).

— Edad (Rodstein, 1969; Forteza, 1985).

— Efectos diurnos (Brown, 1967).

— Narcolepsia (Roberts, 1971).

— Visión en túnel (McKworth, 1968; Roberts, 1971; Smith, 1972).

— Nivel de ansiedad (Ferguson y Johnson, 1968; Ferguson y Everett, 1971).

Los métodos empleados para estudiar la conducta de automovilistas durante largos períodos de conducción son múltiples y representan objetivos y planteamientos diferentes. Existen dos problemas claves a este respecto. En primer lugar, el grado de control a ejercer sobre la situación en

que tiene lugar la tarea de conducción que va a evaluarse. En segundo lugar, el método a utilizar para lograr una eficaz medida de los efectos de la conducción prolongada.

Con respecto al primer problema, encontramos un continuo que va desde situaciones altamente controladas de laboratorio (validez experimental) hasta observaciones y pruebas en situaciones reales (validez ecológica).

Numerosas investigaciones se han realizado con simuladores en condiciones de laboratorio muy controladas (McFarland y Moseley, 1954; Buckner y McGrath, 1963); Crawford, 1961; Heimstra et al., 1967; Ellingstad y Heimstra, 1970; Dureman y Boden, 1972; Heimstra, 1970). Los simuladores permiten un alto grado de control experimental sobre las variables ambientales y técnicas; como señaló Schori (1970), junto a las ventajas del control experimental, los simuladores proporcionan un medio seguro de estudiar la conducción bajo condiciones que raramente encontraríamos en estudios naturales —por ejemplo, en casos de privación de sueño, ingestión de drogas o abuso de alcohol—, así como para evaluar de manera sistemática las reacciones del conductor ante situaciones de emergencia.

Una segunda alternativa la representan los estudios realizados sobre conducción en un circuito cerrado. Supone una vía intermedia entre las condiciones altamente controladas, pero irreales, de los estudios con simuladores, y las difícilmente controlables, pero reales, condiciones de conducción en situaciones naturales. En estos estudios los sujetos experimentales conducen repetidamente alrededor de un circuito durante un largo período de tiempo, mientras se evalúa la ejecución del conductor; combina, pues, las ventajas de utilizar una situación real de conducción con las de tener un moderado grado de control sobre variables extrañas. Se han realizado diversos trabajos con este enfoque, y con resultados bastantes consistentes (Michaut y Pottier, 1964; Pin et al., 1969; Lisper et al., 1968).

Por último tenemos los estudios sobre los efectos que una conducción prolongada tienen sobre la calidad de ejecución del conductor en situaciones naturales, sobre las carreteras. Sacrifican el riguroso control experimental por el realismo de una conducción completa. En años recientes, los investigadores han gozado de las ventajas ofrecidas por los

avances técnicos e instrumentales, que han permitido registrar con rigor numerosos datos fisiológicos de los conductores en situaciones reales de conducción. En estos trabajos resaltan como sujetos experimentales los conductores profesionales, si bien se ha ampliado a todos los grupos de usuarios, como resultados bastante consistentes, que indican un cierto deterioro en el desempeño de los conductores en función del paso del tiempo (Forbes et al., 1958; Greenshields, 1966; Lecret et al., 1968; Mourant et al., 1969; Kaluger y Smith, 1970; Mackie y Miller, 1978).

En general los datos son consistentes con los mencionados, pero el efecto negativo de la fatiga es mucho más acusado en los dos primeros enfoques que en el tercero, y especialmente en el primero, el más alejado de la situación real. Näätänen y Summala (1967) y Shinar (1978) señalan un conjunto de factores que explicarían estas diferencias: el primero y más importante hace referencia a una dimensión motivacional, la posibilidad de tener un accidente es probablemente un motivo suficiente para que los conductores presten y mantengan su atención en la tarea de forma mayor que, en las situaciones de simulación en las que no existe peligro; por otra parte, en las situaciones reales el conductor recibe un flujo continuo de información con respecto a la calidad de diversos aspectos de su conducción, que está ausente en las situaciones de laboratorio; por último, una situación de laboratorio es mucho más monótona que una situación de conducción real.

El otro gran problema que hemos mencionado es el de la evaluación del desempeño del conductor, ciertamente se han usado numerosas variables y técnicas de medida, pero en síntesis se pueden señalar cuatro métodos. Un método ha consistido en aplicar a los conductores una batería de «tests» psicológicos y fisiológicos *antes* y *después* de la conducción, con el fin de evaluar los efectos de un tiempo de conducción prolongado. Esta aproximación se apoyaba en la suposición de que las baterías de «tests» psicomotores reflejaban correctamente las capacidades y habilidades requeridas para una correcta conducción, y los «tests» fisiológicos permitían determinar los cambios internos que eran presumiblemente resultado de una conducción prolongada. Es una aproximación característica de los primeros estudios (Jones et al., 1941; Herbert y Jaynes, 1964). No obstante, se han señalado

objeciones importantes a este enfoque, principalmente la falta de pruebas claras de la validez de los «tests» en relación a la conducción, la imposibilidad de evaluar los cambios en el desempeño de la tarea durante la conducción sobre la base de tales «tests» y, por último, la de que las medidas tomadas bajo situaciones de «test» son insensibles a los deterioros de ejecución bajo condiciones reales.

Una segunda aproximación ha consistido en medir la situación real del conductor obligándole a realizar diversas tareas subsidiarias simultáneamente con la tarea primaria de conducir. El conductor debe responder a estímulos controlados, normalmente ajenos a la tarea de conducción, determinándose el estado de alerta o la eficacia en la conducción por el efecto que aquéllas tienen sobre diversas manifestaciones conductuales del conductor, tales como tiempo de reacción, porcentaje de señales detectadas, número de errores, etcétera. Esta aproximación fue concebida por I. Brown y desarrollada fundamentalmente por él mismo (Brown y Poulton, 1961; Brown, 1965; Brown y cols. 1966-1967). No obstante, los datos no son concluyentes y en algunos casos son contradictorios.

Con el desarrollo y perfeccionamiento de aparatos de registro cada vez más sofisticados, los investigadores han podido registrar diversas variables comportamentales y fisiológicas de forma continua durante el período de conducción, y relacionar, consecuentemente, los cambios en esas medidas con la cantidad de tiempo empleado en la conducción. Esta aproximación tiene la ventaja de proporcionar a los investigadores medios de detectar cambios intermitentes y/o progresivos en la ejecución de la tarea o en el estado fisiológico del conductor y correlacionarlos con el tiempo (Michaut y Pottier, 1964; Forbes et al., 1958; Lecret et al., 1968; Lisper et al., 1971; Mourant y Donohue, 1977; Mourant y Grimson, 1977; Blawn, 1982).

Una última aproximación utiliza observación directa participante; se basa en la utilización de observadores en la propia situación, acompañando a los conductores que se va a estudiar. El objetivo de esos observadores es evaluar la calidad de la ejecución de la tarea y registrar eventos que podrían afectar a ese desempeño (Potts, 1951; Greenshields, 1970; Brown, 1967); no obstante, se han señalado inconsistencias en los datos y

posibles sesgos debidos a la presencia del observador. Ahora bien, muchos de los estudios revisados muestran diversas combinaciones de situaciones de conducción estudiadas y de técnicas de evaluación, sin caer en radicalismos absurdos.

La diversidad de aproximaciones y resultados que hemos revisado apunta a la tremenda complejidad del problema, que tiene como denominación común la determinación de *qué, dónde, cómo y cuándo* debemos medir para determinar los efectos de la fatiga, un constructo que además no puede ser medido directamente.

No obstante, existe el acuerdo unánime de que produce un significativo incremento en el número y amplitud de errores en la conducción y un importante decremento en el nivel de activación psicofisiológica de los conductores conforme se alarga la duración del viaje, y todo ello como consecuencia de su negativo efecto sobre algunas características fisiológicas y psicológicas del conductor.

La mejor forma de recuperarse de este estado transitorio es tomarse un largo descanso o dormir cierto tiempo, dado el efecto negativo que sobre el conductor puede tener el excesivo uso de estimulantes. Sin embargo, esta solución no es frecuentemente adoptada ni por los conductores de vehículos privados ni, mucho menos, por conductores profesionales.

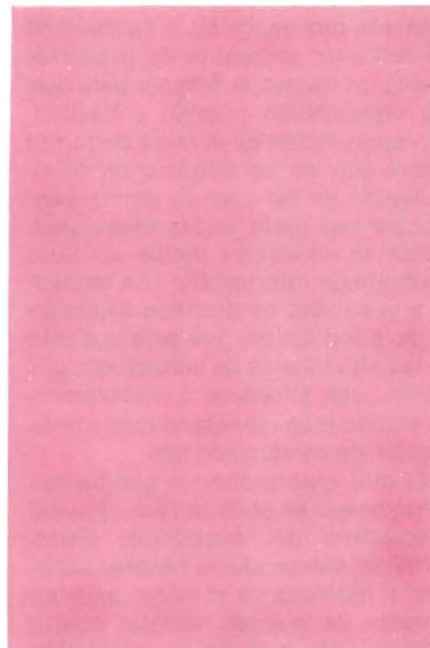
Por último, queremos señalar que la ya profunda complejidad del problema se ve enriquecida por cuestiones laborales y económicas (Brown, 1982).

Hace unos años ya, Harris y cols. (1972) al comentar los datos obtenidos en su amplio estudio sobre la fatiga en conductores profesionales —conductores de vehículos pesados y de autobuses—, señalaban que los incentivos económicos entraban en conflicto directo con la seguridad vial. Encontraron que a pesar de los datos obtenidos que mostraban el progresivo deterioro en la calidad de la conducción, la disminución de vigilancia y alerta, la progresiva pérdida de eficacia de los períodos de descanso sobre la calidad del desempeño y el nivel de activación psicofisiológico, y el incremento en la probabilidad de accidentes dentro del período temporal legislado de conducción, la mayor parte de los conductores manifestaban al entrevistador y a los cuestionarios su positiva actitud con respecto al período de diez horas marcado por la ley.

En este mismo sentido, Brown (1982) concluía su revisión sobre la

fatiga en la conducción señalando que entre los conductores no profesionales, no debía constituir un problema de seguridad vial, ya que la solución es fácil, realizar descansos o detenerse por un amplio período cuando el conductor se note fatigado; es decir, cuando experimente dificultades personales para ajustarse a las exigencias de la tarea. El problema es, potencialmente, mucho más serio entre los conductores profesionales, donde puede llegar a hablarse de fatiga crónica como resultado de las leyes que controlan el número de horas de conducción, pero no el de las de trabajo.

NOTA: Estos trabajos se enmarcan en el contexto de la investigación que se está realizando sobre la toma de decisiones arriesgadas en la conducción de automóviles, subvencionada por el Comité Conjunto Hispano-Norteamericano para la Investigación Científica y Tecnológica.



BIBLIOGRAFIA

RODSTEIN, M.: *Psychological and pathological changes in older adults*. Address given at the Third Triennial Congress on Medical and Related Aspects of Motor Vehicle Accidents. New York. 1969.

WILKINSON, R. T.: *Sleep deprivation*. Triangle. 8:162. 1968.

SMITH, G. L.: *The effect of stress on driver information seeking*. Automotive Engineering Congress. Detroit. Mich. 1972.

ROBERTS, H. J.: *The Causes, ecology and prevention of traffic accidents*. Charles C. Thomas Publisher, Springfield Illinois. 1971.

HULBERT, S.: *Effects of driver fatigue (1972)*. In: Forbes T. W. (ed.) *Human Factor in Highway Traffic Safety Research*. Wiley, Interscience, New York. 1972.

FERGESSON, P. E., and JOHNSON, J. M.: *The relationship between driving record and personality and demographic variables*. Davidson Laboratory. Report n.º R-1317. Stevens Institute of Technology, New Jersey.

ATAVE, A. M.: *The effects of cockpit environment on long-term pilot performance*. Human Factors, 19 (5). 503-514. 1977.

GREENSHIELDS, B. D.: *Traffic and highway research and how it may be improved*. Science, 168, 674-678. 1970.

FELL, J. C.: *A Motor Vehicle Accident Causal System: the Human Element*. Human Factors, 1976, 18, 1. 85-94.

TREAT, J. R., y cols.: *Tri-Level Study of the Causes of Traffic Accidents*. Report n.º DOT-HS-034-3-535-77 CTAC. Indiana University. 1977.

SHINAR, D.: *Psychology on the Road*. Ed. John Wiley & Sons. New York. 1978.

BROWN, I. D.: *Driving Fatigue*. Endeavour. 6, 2, 1982. 83-90.

NÄÄTÄNEN, R., y SUMMALA, H.: *Road User Behavior and Traffic Accidents*. North-Holland PUB.Co., Amsterdam, 1976.

HARRIS, W., y cols.: *A Study of the Relationships Among Fatigue, Hours of Service and Safety of Operations of Truck and Bus Drivers*. HSRI. California. Tech. Rep. BMCS-RD-71-2. 1972.

VAN DER NEST, M.: *The Role of Fatigue in the Driving Situation National Institute for Personnel Research*. Johannesburg. 1978.

FORTEZA, J.: *Edad y conducción: peculiaridades y problemas de las personas mayores frente a la conducción*. En DGT (Ed.): *Primera Reunión Internacional de Psicología de Tráfico y Seguridad Vial*. Madrid, 1985. 301-319.

MOURANT, R., y DONOHUE, R.: *Acquisition of Indirect Vision Information by Novice & Experienced Drivers*. Journal Safety Research. 9, 1977. 39-46.

MOURANT, R., y GRIMSON, C.: *Predictive Head-Movements During Automobile Mirror-Sampling*. Perceptual & Motor Skills, 44, 1977.

- BLAW, C.: *Driving Experience and Task Demands in Simulator and Instrumented Car. A Validation Study.* Human Factors, 1982, 24, 473-486.
- HULBERT, S.: *Effects of driver fatigue. In Human Factors in Highway Traffic Safety Research (Ed.).* Forbes, T. W. New York. Wiley-Interscience, 1972.
- BARTLEY, S. H.: *Psychology's definition and vocabulary.* Perceptual and Motor Skills, 48, 933-934. 1979.
- NELSON, T. M., & LADAN, C. J.: *Patterns and correlates of fatigue among office workers.* Journal of Occupational Psychology, 49, 65-74. 1976.
- NELSON, T. M., & PETA, L.: *Endurance and experience of paced motor.* International Journal of Waking and Sleeping, 2, 21-28. 1978.
- NELSON, T. M., LADAN, C. J., & CARLSON, D.: *Perceptions of fatigue as related to alcohol ingestion.* International Journal of Waking and Sleeping, 3, 115-135. 1979.
- BARTLEY, S. H. and CHUTE, E.: *Fatigue and Impairment in Man.* McGraw-Hill, London, 1947.
- NELSON, T. M.: *Personal perceptions of fatigue.* In Road Safety: Research and Practice (Eds. H. C. Foot, A. J. Chapman and F. M. Wade), pp. 181-188. Praeger, Eastbourne, Sussex, 1981.
- MCDONALD, N.: *Fatigue, Safety, and the industrialisation of heavy goods vehicle driving.* In Human Factors in Transport Research (Eds. D. J. Osborne and J. A. Levis), pp. 134-142. Academic Press, London, 1980.
- O'HANLON, J. F.: *What in the extend of the driving fatigue problem?* In: Driver Fatigue in Road Traffic Accidents. CEC Rep. No. EUR 6065 EN, pp. 19-25. 1978.
- MACKIE, R. R., and MILLER, J. C.: *Effects of hours of service, regularity of schedules, and cargo loading on truck and bus driver fatigue.* Human Factors Research Inc., Calif., Tech. Rep. 1965-F 1978.
- BROWN, I. D.: *A comparison of two subsidiary tasks used to measure fatigue in car drivers.* Ergonomics, 8, 467-473. 1965.
- BROWN, I. D.: *Decrement in skill observed after seven hours of car driving.* Psychonomic Science, 7, 131-132. 1967.
- BROWN, I. D., & POULTON, E. C.: *Measuring the spare «mental capacity» of car drivers by a subsidiary task.* Ergonomics, 4, 35-40. 1961.
- BROWN, I. D., SIMMONDS, D. C. V., & TICKNER, A. H.: *Measurement of control skills, vigilance and performance on a subsidiary task during twelve hours of car driving.* Ergonomics, 10, 665-673. 1967.
- BROWN, I. D., TICKNER, A. H., & SIMMONDS, D. C. V.: *Effects of prolonged driving upon driving skill and performance of subsidiary task.* Industrial Medicine and Surgery, 35:9, 760-765. 1966.
- LISPER, H. O., DUREMAN, I., ERICSSON, S., & KARLSSON, N. G.: *Effects of prolonged driving upon a subsidiary serial reaction time.* Department of Psychology, University of Uppsala, Sweden, 52nd Report. 1968.
- LISPER, H. O., DUREMAN, I., ERICSSON, S., & KARLSSON, N. G.: *Effects of sleep deprivation and prolonged driving on a subsidiary auditory reaction time.* Accident Analysis and Prevention, 2, 335-341. 1971.
- CRAWFORD, A.: *Fatigue and driving.* Ergonomics, 4, 143-154. 1961.
- LAHI, B.: *Les conducteurs de poids lourds.* Le Travail Humain, 5, 35-64. 1937.
- JONES, B. F., FLINN, R. H., & HAMMOND, E. C.: *Fatigue and hours service of interstate truck drivers.* U. S. Public Health Service Bulletin n.º 265. 1941.
- ELLIGSTAD, V. S., & HEIMSTRA, N. W.: *Performance changes during the sustained operation of a complex psychomotor task.* Ergonomics, 13, 693-705. 1970.
- HEIMSTRA, N. W.: *The effects of «stress fatigue» on performance in a simulated driving situation.* Ergonomics, 13, 209-218. 1970.
- HEIMSTRA, N. W., BANCROFT, N. R., & DeKOCK, A. R.: *Effects of smoking upon sustained performance in a simulated driving task.* Annals of the New York Academy of Sciences, 142, 295-307. 1967.
- McFARLAND, R. A., & MOSELEY, A. L.: *Human factors in highway transport safety.* Harvard School of Public Health, Boston, Mass., 1954.
- PIN, M. C., LECRET, F., & POTTIER, M.: *Les niveaux d'activation lors de différentes situations de conduite.* Organisme National de Sécurité Routière, Bulletin n.º 19. 1969.
- FORBES, T. W., KATZ, M. S., CULLEN, J. W., & DETERLINE, W. A.: *Sleep deprivation effects on components of driving behavior.* Highway Research Abstracts, 28, 21-26. 1958.
- MICHAUT, G., & POTTIER, M.: *Conduite en situation monotone.* Organisme National de Sécurité Routière, Bulletin n.º 8. 1964.
- GREENSHIELDS, B. D.: *Changes in driver performance with time in driving.* Highway Research Record, 122, 75-88. 1966.
- SCHORI, T. R.: *Driving simulation: An overview.* Behavioral Research in Highway Safety, 1, 236-249. 1970.
- POTTS, G. R.: *A study of long haul truck operations.* Harvard School of Public Health, 1951. In R. A. McFarland & A. L. Moseley (Eds.), Human factors transport safety. Harvard School of Public Health, 1954.
- LECRET, F., PIN, M. C., CURA, J. B., & POTTIER, M.: *Les variations de la vigilance au cours de la conduite sur autoroute.* Presented to the 6th SELF Congress, 1968.
- HERBERT, M. J., & JAYNES, W. E.: *Performance decrement in vehicle driving.* Journal of Engineering Psychology, 3, 1-8. 1964.
- HASHIMOTO, K., KOGI, K., and GRANDJEAN (Eds.): *Methodology in human fatigue assessment.* Symposium held in Kyoto, Japan Taylor and Francis, Ltd. London. 1971.
- KALUGUER, N. A., & SMITH, G. L.: *Driver eye-movement patterns under conditions of prolonged driving and sleep deprivations.* Highway Research Record, 336, 92-106. 1970.
- MOURANT, R. R., ROCKWELL, T. H., & RACKOFF, N. J.: *Driver's eye movements and visual workload.* Paper presented at 48th Annual Meeting of the Highway Research Board, Washington, D. C. 1969.
- SAFFORD, R. R., & ROCKWELL, T. H.: *Performance decrement in twenty-four hour driving.* Highway Research Record, n.º 163, 1967.
- BROWN, I. D.: *Measurement of control skills, vigilance and performance on a subsidiary task during 12 hours of car driving.* Ergonomics, 10:65. 1967.
- GRANDJEAN, E., and KOGI, K.: *Introductory remarks.* In Hashimoto et al. Methodology in human fatigue assessment. Taylor and Francis Ltd. London, 1971.
- NORMAN, L. G.: *Road Traffic Accidents: Epidemiology Control and Prevention, n.º 12.* World Health Organization. Geneva, 1962.
- FERGENSEN, P. EVERETT: *The relationship between information processing and driving accident and violation record.* Human Factors, 13 (2), 173-176. 1971.
- SCOTT, T. H.: *Theories of vigilance.* Psychol. Bull., 59, pp. 257-272. 1962.
- ZIMMER, H.: *Psychophysiological variables as indications of emotional stress.* Report AD 641 814. Processed at University of Georgia, 1966.
- SPIES, E.: *Heart Rate: Psychological characteristics and quantification methods for use in behavioural studies.* PERS 276. NIPR, SACSIR, Pretoria. 1977.
- DUREMAN, E. I., and BODEN, C. L.: *Fatigue in simulated car driving.* Ergonomics, vol. 15, n.º 3, 299-308. 1972.