

# Comportamiento en conducción.

## Aspectos cognitivos

Amaro Egea Caparrós

En este apartado se tratará de analizar la tarea de conducción en relación con los factores cognitivos o de más alto nivel que están implicados en este comportamiento.

Ya se ha señalado que la tarea primaria de la conducción consiste, por un lado, en la guía del vehículo en la trayectoria correcta, dentro del carril de la carretera por la que se circula, controlando el desplazamiento longitudinal y lateral, a la vez que se monitoriza o escudriña el ambiente a la búsqueda de posibles obstáculos frente a los que ejercer una respuesta correctora. De esta manera, existe un campo atencional visual primario que se extiende desde unos pocos metros por delante del vehículo hasta unos centenares de metros más allá, abarcando la parte de la carretera por la cual va a continuar el desplazamiento. Debemos anticipar las acciones de control del vehículo a partir de la información de la trayectoria a seguir y ello se realiza mediante la extracción y utilización de la información que recae en este campo atencional visual (en inglés, *Primary Visual Attention Lobe*, PVAL). Sin embargo, ésta no es la única fuente de información para un conductor, ni la tarea primaria de control de la trayectoria la única que puede ejecutarse mientras se conduce.

## La conducción en un entorno multi-tarea

La tarea de conducción también se define por una serie de tareas componentes que varían en su grado de importancia. Mientras que la tarea primaria, que hemos definido como el control de la trayectoria y la monitorización de obstáculos, dependen de la información que recae en el campo atencional visual primario, existen otras tareas competidoras que demandarán atención visual de los recursos asignados a la tarea primaria.

Las más obvias de esas tareas competidoras son de naturaleza visual (por ejemplo, desviar la mirada de la carretera para leer una señal o mirar un anuncio) y pueden suponer una desviación crítica de los recursos atencionales hacia estímulos irrelevantes. Sin embargo, por lo que sabemos a partir de la teoría de recursos múltiples, cualquier tarea concurrente (aunque sea de una modalidad diferente a la visual) puede crear un conflicto (interferencia) con la monitorización y procesamiento de la información que aparece en el PVAL. De esta manera, tareas auditivas, cognitivas o motoras (como prestar más atención a la radio, preocupaciones, encender un cigarrillo) también pueden

provocar interferencia con la tarea primaria.

Así, tareas visuales secundarias dentro del vehículo (por ejemplo, consultar un mapa) y fuera del vehículo (dirigir la mirada a una valla publicitaria) pueden actuar como fuente de distracción. Desviar la mirada del PVAL puede resultar crítico para que surja una situación peligrosa cuando la cantidad de tiempo que dura esa circunstancia excede un límite razonable. Puede entenderse fácilmente que el potencial de peligro de esta situación es proporcional a la velocidad del vehículo.

Pero además, otras tareas secundarias de naturaleza distinta a la visual ( como las que hemos mencionado, es decir, una intensa actividad cognitiva o el procesamiento de información auditiva) también pueden competir por los recursos perceptivos/cognitivos con los canales dedicados al procesamiento de la información visual necesario para un escudriñamiento eficaz.

## Soluciones tecnológicas y de diseño a la interferencia de tareas secundarias

Para minimizar los efectos distractores de estas tareas visuales secundarias puede aplicarse el conocimiento que la disciplina de los factores humanos ha acumulado en cuanto al diseño de elementos como controles y displays internos, que reducen el grado de exigencia o cantidad de recursos que es necesario dedicar para su manejo y extracción de información. A este aspecto se dedicará una última parte de la materia en la que se tratan estos principios.

En cuanto a las soluciones tecnológicas, más que de diseño, para tratar de paliar la interferencia de estas tareas o la sobrecarga de información, se comentarán a continuación dos de ellas, que están relacionadas con la introducción de nuevos dispositivos en los vehículos.

La primera de ellas consiste en utilizar la presentación de información en forma auditiva, de forma que sustituya (o potencie) a aquella de naturaleza visual. Por ejemplo, en los nuevos sistemas de navegación a bordo de los vehículos se pueden presentar mensajes verbales en vez de mapas que guíen el desplazamiento del conductor, indicándole qué dirección debe tomar en la siguiente intersección.

Otra solución consiste en la utilización de displays HUD o frontales, que presentan cualquier tipo de información visual sobre un cristal colimado situado en coincidencia con la dirección de la mirada, de forma que el conductor no tiene que desviar su vista de la carretera para captarla. Existe, sin embargo, un problema asociado al uso del HUD, como es el posible efecto enmascarador de la simbología presentada, que puede obstaculizar la detección de algún índice relevante. Este problema parece no presentarse si se emplean imágenes sencillas, como información numérica de la velocidad.

## Percepción del riesgo y accidentes

De todos los factores cognitivos estudiados, el que parece tener una mayor relación con los accidentes parece ser la percepción del riesgo, que definiremos posteriormente y se tratará con más detalle. Antes de ello comentaremos la importancia relativa que tiene éste y otros factores en dos tipos principales de accidentes: los accidentes por pérdida de control y aquellos que se deben a un fallo en la detección del peligro.

Los accidentes por *pérdida de control* suelen corresponder a desviaciones de la trayectoria mayores de lo habitual por cualquier motivo (somnolencia, distracción) y que pueden ir seguidas de una rápida y exagerada acción correctora (respuesta de alta ganancia). En todos los casos, la probabilidad de que se produzca finalmente la pérdida de control está directamente relacionada con la velocidad del vehículo.

En cuanto a las medidas de seguridad que se han puesto en práctica para tratar de evitar este tipo de accidentes, la más eficaz consiste en proporcionar al conductor un feedback de ese comportamiento de desviación de la trayectoria. Esto puede conseguirse mediante la instalación de pequeñas bandas transversales superpuestas a las mismas líneas del borde de la carretera, que alertan al conductor a través de sensaciones auditivas y táctiles (que se producen cuando los neumáticos ruedan por encima de estas bandas) y le avisan de que la salida de la vía es inminente.

## La respuesta a los peligros

En cuanto a los accidentes debidos a un *fallo en monitorizar los peligros* o detectar obstáculos, éstos a su vez pueden ser provocados por inatención o mala visibilidad. Para comprender la respuesta al peligro, un parámetro básico es el tiempo estimado para reaccionar a eventos inesperados, que a menudo se le ha llamado **tiempo de percepción-reacción o tiempo de reacción**. El tiempo de (o TR) depende del número de estímulos que pueden aparecer y del grado de incertidumbre acerca de su aparición. Conforme aumenta el número de estímulos ante los que responder de diferente forma y la incertidumbre sobre cuándo aparecerá, el tiempo de reacción también aumenta.

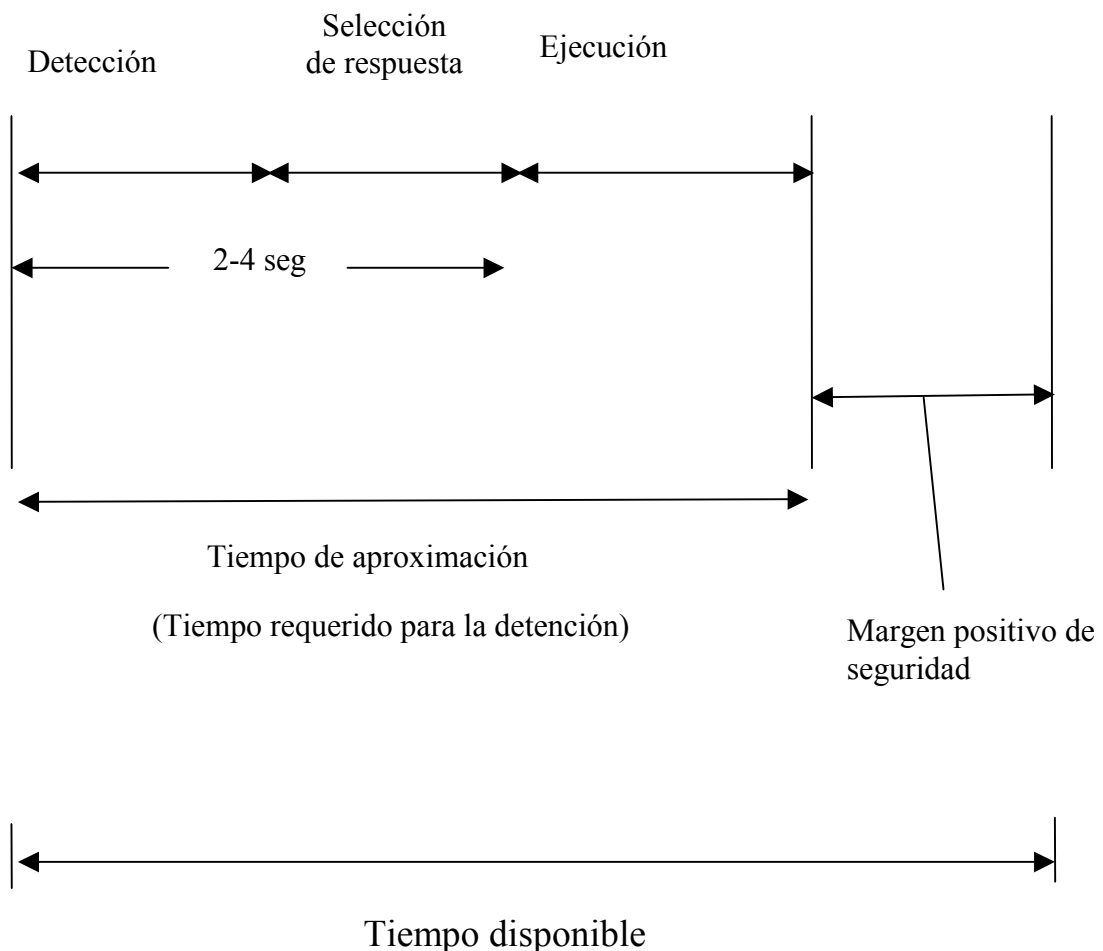
Se sabe que los tiempos de reacción mínimos medios de las personas, medidos en laboratorio tienen poco que ver con los que se pueden observar en condiciones de tráfico real, donde son posibles una enorme cantidad de eventos diferentes en un entorno ya de por sí complejo.

Cuando se ha estudiado el tiempo de reacción en condiciones reales, en un tipo especial de situación de conducción (la de seguimiento a otro vehículo, o “*car-following*”), se ha

comprobado que el valor que mejor se ajusta a los datos existentes es de un TR de 1,6 segundos. Sin embargo, hay que destacar que, aunque se trata de condiciones reales, el grado de incertidumbre es bajo porque la atención de los conductores se focaliza sobre el vehículo precedente. En otros experimentos en los que el grado de incertidumbre acerca de la aparición del estímulo era mayor, se consideró que el tiempo medio de reacción de un conductor no alertado previamente puede ser de 2.5 segundos.

Hay que tener en cuenta que éste es un valor medio y que las estimaciones de su variabilidad hacen aconsejable que se adopte para propósitos de diseño un valor superior, que estaría entre 3 y 4 segundos, para incluir a aquellos conductores (o condiciones) con un tiempo de reacción demorado.

## Componentes del tiempo de reacción al peligro



Según el esquema anterior, en el que se especifican los componentes del tiempo de percepción-reacción, una vez que se detecta el peligro debe ejecutarse una respuesta evasiva. Dependiendo de las circunstancias, esa acción puede ser girar o frenar (o una combinación de ambas). Los estudios realizados sobre el tipo de acción evasiva realizado por los conductores en ciertas situaciones críticas muestran que existe una fuerte tendencia a adoptar únicamente una respuesta de frenado. La capacidad para ejecutar estas maniobras de forma adecuada depende de la inercia del vehículo en cuestión.

## Conducir a alta velocidad

Según Evans (1996) conducir a altas velocidades impone a la seguridad del conductor una cuádruple amenaza:

- 1- Aumenta la probabilidad de sufrir una pérdida de control.
- 2- Disminuye la probabilidad de detectar a tiempo un peligro.
- 3- Aumenta la distancia recorrida antes de ejecutar una maniobra evasiva, y
- 4- Aumenta los daños en caso de impacto.

Fundamentalmente la conducción a alta velocidad disminuye el tiempo disponible como margen positivo de seguridad en caso de tener que adoptar una acción evasiva. Sabemos así cuáles pueden ser los efectos de la velocidad, pero ¿por qué conduce la gente por encima de los límites?

Obviamente esta tendencia es a veces el producto de un propósito consciente como es llegar a tiempo al destino (la prisa motivada por la presión de tiempo). Sin embargo, existen otras causas señaladas por diversos autores.

La tendencia a conducir a una velocidad que supera las capacidades de frenado puede observarse en la circulación en caravana (*car-following*). Por ejemplo, Wasielewski (1982) encontró al medir la distancia de separación entre vehículos en una autopista concurrida que ésta era de 1.32 segundos, a pesar del hecho de que el valor de separación mínima recomendado para una detención segura es de 2 segundos.

A veces este sesgo puede tener una base perceptiva (infraestimación de la velocidad real). Otras veces puede deberse a un sesgo cognitivo (por ejemplo, sobreestimar la habilidad para detenerse a tiempo).

Los **sesgos perceptivos** pueden explicar algunos hallazgos. Por ejemplo, Herman, Lam y Rothery (1973) encontraron que los coches pequeños tenían mayor probabilidad de

ser colisionados por detrás debido a un juicio de distancia sesgado (se juzga que están más alejados de lo que realmente están, debido a un juicio sobre la relación tamaño-distancia equivocado).

Un sesgo parecido es el que puede llevar a conductores de vehículos pequeños a conducir a menor distancia de otros vehículos que los conductores de coches más grandes (Eberts y McMillan, 1985). En este caso también se supone que, para mantener el mismo espacio o distancia de separación subjetivamente percibida entre el propio vehículo y el delantero, y dado que éste está en función del espacio percibido entre ambos, estos conductores se acercan más. La razón sería que los coches pequeños tienen una parte delantera más corta y, por tanto, el hueco percibido es mayor. Inconscientemente los conductores de estos vehículos, para mantener ese espacio elegido, se sitúan más cerca del otro vehículo.

También cualquier factor que reduzca la sensación *aparente* (subjetiva) de velocidad (motores más silenciosos, una posición más elevada del asiento, textura del suelo más visible) llevará a este sesgo que provoca una conducción a alta velocidad. Además, como ya se ha comentado, existe un efecto sobre el comportamiento de los conductores de la adaptación a la velocidad de los mecanismos neuronales sensibles al desplazamiento de la imagen retiniana (adaptación sensorial a la velocidad).

En cuanto a los **sesgos cognitivos**, son igualmente importantes, pero más difícilmente cuantificables. Estos sesgos son inducidos por un sentimiento de confianza exagerada por parte del conductor en que los peligros no aparecerán de forma repentina o de que será capaz de reaccionar a tiempo; esto es, la confianza exagerada lleva a la infraestimación del riesgo.

Los psicólogos han encontrado ese mismo sentimiento de exagerada confianza en una amplia variedad de comportamientos humanos. Por ejemplo, Svenson (1981) halló que la mayoría de conductores creen que es menos probable que ellos se vean implicados en un accidente que el “conductor medio” y se clasifican a sí mismos como más seguros y más hábiles que los demás.

Se puede atribuir una parte de este sesgo en la percepción del riesgo a los simples efectos de la expectativa. Es decir, la mayoría de los conductores no han experimentado una colisión con un obstáculo, de forma que su modelo mental del mundo la concibe como una alternativa altamente improbable o quizás “imposible” (Summala, 1988; Evans, 1991). Por ejemplo, el conductor normal simplemente no contempla la posibilidad de que el conductor del vehículo delantero presione bruscamente los frenos o que, en una autovía, un vehículo pueda estar detenido en un carril de circulación activo.

## Expectativa, predicción y riesgo

Una puntualización que se ha hecho anteriormente establece que la gente percibe y responde rápidamente a cosas que espera que sucedan sobre la base de su experiencia pasada, pero no sobre la base de lo inesperado. Así, el papel de la expectativa es crucial en la percepción del conductor.

Por ejemplo, la estandarización de los paneles de carreteras, señales y trazados por los ingenieros de tráfico llevará a los conductores a desarrollar expectativas sobre ciertos comportamientos y fuentes de información (Theeuwes y Godthelp, 1995). Sin embargo, el diseño de las carreteras y dispositivos de control del tráfico debería también asegurar que el conductor pueda anticipar lo inesperado. Así, el enfoque de los factores humanos en el diseño de la señalización y dispositivos de control del tráfico debe tener en cuenta el efecto de las variables perceptivas sobre las expectativas.

Por ejemplo, una fase verde del semáforo más corta de lo esperado llevará al conductor a no anticipar adecuadamente el cambio de ámbar a rojo y, por tanto, incrementará la probabilidad de un frenado tardío y de, finalmente, cruzar en rojo (Van der Horst, 1988). Las fases de un semáforo deben estandarizarse de acuerdo con la velocidad con la que el conductor típico se aproxima a la intersección en cuestión.

La expectativa y la estandarización también se aplica a la localización de las señales y el diseño de la intersección. Por ejemplo, las salidas de una autopista suelen ser (fuera de Gran Bretaña) tan repentinas que parecen representar una invitación a que se produzcan accidentes. De igual forma lo son aquellas curvas más pronunciadas que la media o aquellas cuyo radio de curvatura disminuye durante el giro (es decir, las que hacen “espiral hacia adentro”).

La propia expectativa del conductor de los eventos o incidentes, cuando se corresponde con los costes esperados de estos incidentes define el concepto de riesgo. Algunos investigadores han puntualizado el grado en el que los conductores infraestiman los riesgos en la conducción (o la probabilidad de que ocurra un evento peligroso) (McKenna, 1988; Evans, 1991), particularmente cuando la conducción se convierte en automatizada a medida que se tienen altos niveles de habilidad (Summala, 1988).

La causa de esta infraestimación puede entenderse si asumimos que el conductor en cuestión nunca ha tenido un accidente grave (la mayoría de nosotros no lo ha tenido). Basándose en su experiencia real, la probabilidad subjetiva de los conductores de tener un accidente puede ser de cero, lo que lleva a conducir a mayores velocidades de lo que debería o a márgenes de seguridad reducidos.

Como tales, las soluciones basadas en el riesgo (alterar la percepción del riesgo) deben establecer formas de hacer que la gente aprecie mejor la probabilidad de estos eventos de baja frecuencia y, por tanto, a calibrar mejor su nivel de riesgo percibido respecto a los valores de riesgo real, por ejemplo, publicando la probabilidad acumulada de sufrir un accidente mortal en el periodo de una vida a causa de no llevar el cinturón de seguridad (Fishoff y McGregor, 1982). Se debería exhortar a los conductores a adoptar una actitud de alerta, de “esperar lo inesperado” (Evans, 1991).

El concepto de riesgo de accidente en tráfico ha sido incorporado a un modelo que explica por qué las innovaciones diseñadas para mejorar la seguridad en tráfico no siempre aportan todos sus beneficios. De acuerdo al modelo o teoría del riesgo homeostático<sup>1</sup> (THR) (Wilde, 1988) los conductores buscan mantener su riesgo a un nivel constante. Por tanto, cuando se introducen tales características de seguridad como los frenos anti-bloqueo (ABS) o autopistas de cuatro carriles, la gente simplemente saca partido de estas características para conducir más rápido y menos prudentemente, anulando con ello cualquier ventaja de seguridad.

El hecho es que los datos de accidentes en carretera son sólo parcialmente consistentes con este punto de vista (Evans, 1991; Summala, 1988). Por ejemplo, Evans argumenta que los conductores rara vez son conscientes de ningún riesgo percibido de tener un accidente, en el sentido en que explica Wilde, de forma que los conductores puedan usar este valor para ajustar su comportamiento/velocidad. En cambio, la velocidad resulta determinada tanto por los motivos directos para conducir más rápido (por ejemplo, apresurarse para llegar al destino) o simplemente por la fuerza del hábito. Por otra parte, Evans puntualiza que distintas características para aumentar la seguridad pueden tener realmente efectos diferentes sobre ella. Algunas de aquéllas que realmente mejoran el rendimiento de los vehículos (por ej., el ABS) pueden tener de hecho un menor beneficio de lo esperado (Farmer et al., 1997; Wilde, 1988). Sin embargo, otras como la ampliación de las autopistas de 2 a 4 carriles tienen un efecto beneficioso claro e indudable sobre la seguridad (Evans, 1996), como aquellas que consisten en elementos de protección que no tienen efecto sobre el rendimiento en conducción sino que se dirigen a aumentar la resistencia a los choques.

---

<sup>1</sup> Ver documento adjunto “**La percepción del riesgo en los modelos de comportamiento en conducción**”.



Bibliografía:

- Eberts, R.E., McMillan, A.G. (1985). Misperception of small cars. En R.E. Eberts y C.G. Eberts (Eds.), *Trends in ergonomics/human factors II* (pp. 33-39). North Holland, The Netherlands: Elsevier Science Publishers, B.V.
- Evans, L. (1991). *Traffic safety and the driver*. New York: Van Nostrand.
- Evans, L. (1996). *A crash course in traffic safety*. 1997 Medical and Health Annual. Chicago: Enciclopedia Britannica.
- Farmer, C.M., Lund, A.K., Trempel, R.E., Brover, E.R. (1997). Fatal crashes of passenger vehicle systems before and after adding antilock braking systems. *Accident Analysis and Prevention*.
- Fischhoff, B., McGregor, D. (1982). Subjective confidence in forecast. *Journal of Forecasting*, 1, 155-172.
- Herman, R., Lam, T., Rothery, R. (1973). An experiment on car size effects in traffic. *Traffic Engineering and Control*, 15, 90-93.
- McKenna, F.P. (1988). What role should the concept of risk play in theories of accident involvement?. *Ergonomics*, 31, 469-484.
- Summala, H. (1988). Zero-risk theory of driver behaviour. *Ergonomics*, 31, 491-506.
- Svenson, O. (1981). Are we less risky than our fellow drivers?. *Acta Psychologica*, 47, 143-148.
- Theeuwes, J., Godthelp, H. (1995). Self-explaining roads. *Safety Science*, 19, 217-225.
- Van der Horst, A.R.A. (1988). Driver decision making at traffic signals. *En Traffic accident analysis and roadway visibility*. Washington, DC: National Research Council.
- Wasielewski (1984)
- Wickens, Gordon y Liu (1999)
- Wilde, 1988