

LA CONDUCCIÓN VISTA POR LOS PSICÓLOGOS COGNITIVOS

C. Castro, M. Durán y D. Cantón

Cándida Castro es Profesora Titular del Departamento de Psicología Experimental y Fisiología del Comportamiento de la Universidad de Granada (Campus Cartuja s/n, 18071-Granada). Mercedes Durán es becaria del Departamento de Psicología Social y Metodología de las Ciencias del Comportamiento de la Universidad de Granada. David Cantón es becario del Departamento de Psicología Evolutiva y de la Educación de la Universidad de Granada.

La definición más tradicional concibe la conducción de un automóvil como una tarea compleja de control de un mecanismo móvil en un entorno sometido a continuo cambio, realizándose de forma paralela subtareas como el ajuste de la trayectoria o el cambio de marcha. Partiendo de esta definición, este trabajo compila in-

formación adicional disponible sobre la conducta de conducción con la que puede reconstruirse la definición de esta conducta.

Se vertebra en dos grandes partes, que pueden relacionarse bajo un punto de vista común: la necesidad de tener en cuenta la capacidad limitada del procesamiento de información del conductor a la hora de diseñar vehículos y entornos del tráfico.

La primera parte del trabajo se centra en el análisis que la Ergonomía puede hacer del vehículo y su entorno de conducción, como otra máquina y ambiente de trabajo más con la que el hombre puede interactuar. Es posible observar la conducción bajo el prisma de las preguntas que siempre se hace la Ergonomía, como por ejemplo, ¿qué puede considerarse productividad o satisfacción en el trabajo de conducir?

La segunda parte pretende averiguar qué es lo que entienden por conducción los Psicólogos Cognitivos. Éstos ponen ejemplos sobre conducir cuando explican Percepción, Atención, Memoria o Motivación, entre otros procesos. Estos ejemplos, que sirven para ilustrar procesos y elementos básicos en Psicología Cognitiva, ensamblados, dan lugar a

una concepción de la conducción. Por tanto, en esta parte se deduce indirectamente una concepción de la conducción desde la Psicología Cognitiva y se citan esos ejemplos, que fueron extraídos de fuentes dispersas en la literatura de las últimas décadas.

A modo de conclusión se retoman ambas concepciones de la conducción, se redefinen aspectos básicos para la comprensión de la conducción de los que pueden derivarse recomendaciones y mejoras en el diseño de los vehículos y los entornos del tráfico. Se trata de elaborar nuevas ideas y claras directrices desde las fuentes originales relevantes que aportaron el conocimiento: Psicología Cognitiva y Factores Humanos o Ergonomía, partiendo de la concepción del conductor como procesador de información de capacidad limitada y la necesidad de tener en cuenta dichas limitaciones a la hora de comprender el funcionamiento de los procesos implicados en la conducción.

Valgan como ilustración las limitaciones de la Atención Humana, que representan el más formidable cuello de botella del procesamiento humano. Los fallos atencionales son debidos a límites en nuestra atención selectiva, focalizada, dividida o sostenida. La atención selectiva comienza cuando el operador explora la información y busca objetivos. Nuestra mirada es conducida por la necesidad de atender. Hablamos de fallos en nuestra atención selectiva cuando seleccionamos para procesar aspectos inapropiados del ambiente, o sea, tomamos mal la decisión de a qué atender. Por ejemplo, cambiamos de emisora nuestra radio y no atendemos al peatón que está cruzando. Hablamos de límites de la atención focalizada cuando somos incapaces de concentrarnos en una fuente de información del ambiente, o tendencia a distraernos, pensamos en el problema que tenemos en el trabajo y nos saltamos un semáforo en rojo. Mientras que, al contrario, los límites de la atención dividida se muestran cuando somos incapaces de dividir nuestra atención entre dos estímulos o tareas que queremos realizar. Un conductor: debe observar la carretera buscando señales de tráfico al mismo tiempo que mantiene el control del vehículo. Por tanto, los límites de la Atención Dividida están relacionados con nuestra habilidad para ejecutar dos o más tareas compartidas. Por último, también se produce limitación en la capacidad humana de atender durante períodos prolongados de tiempo, de más de 20' ó 30'. La atención decae sobre todo cuando se están procesando señales que aparecen de forma poco frecuente, impredecible e intermitente. De ahí que sean poco recomendables los viajes largos, por los efectos que la fatiga y el decremento de vigilancia producen en el deterioro de la ejecución de la conducción (Wickens, 1992).

Tanto la Psicología Cognitiva como la Ergonomía, parten del análisis de éstas y otras limitaciones humanas en distintos procesos, para poder comprender mejor la conducta de conducir.

Definición de conducción: desde la Ergonomía Cognitiva o los Factores Humanos

Es posible construir una nueva definición de la tarea cotidiana de conducción desde la perspectiva Ergonómica, teniendo en cuenta la interacción hombre-máquina-entorno; considerando los criterios de productividad, satisfacción, y estudiando cómo debe realizarse la selección de personal y el entrenamiento; y analizando las limitaciones del procesamiento y manipulación de información humanos que permitan un manejo seguro y eficaz del vehículo. Todo este análisis se realiza teniendo en cuenta el "modelo mental" y las expectativas del conductor para conseguir diseños de carreteras y vehículos que eviten ser "contraintuitivos". Vamos a desarrollarla con más detalle.

Uno de los objetivos de la Ergonomía es encontrar soluciones que nos ayuden a resolver las dificultades en el manejo de objetos habituales, como, por ejemplo, tirar de una puerta cuando debemos empujarla. Norman (1990) apostaba, desde la Psicología, por evitar estos problemas usando los principios psicológicos que nos permitan que los objetos, las máquinas y los enseres que utilizamos sean inteligibles, fácilmente utilizables.

Igualmente el diseño de vehículos y sus entornos debe tener en cuenta las limitaciones del procesamiento y manipulación de información humanos que nos permitan un manejo seguro y eficaz. Pensemos, por ejemplo, si se podría facilitar la maniobra del conductor que se acerca a una rotonda o a un cruce y se encuentra una señal de ceda el paso y se interroga a quién tiene que cedérselo. Las rotondas y cruces son cada vez más complejos. Probablemente la tarea se vería facilitada si alguno/s de los vértices de la señal de ceda el paso se hubieran señalado con uno o varios puntos, para indicar al conductor la dirección y el sentido en que circulan los vehículos a los que debe ceder el paso.

Se trata también de evitar el diseño contraintuitivo de objetos en el entorno del tráfico, de evitar la concepción taylorista y Procusteana que propugnaba que eran los trabajadores los que debían adaptarse a realizar de una forma pre-determinada la tarea. Osborne (1995) utilizó el mito Procusto para destacar la necesidad de estudio de la Ergonomía. Procusto era un ladrón que maquinó un sistema para robar a los caminantes que llegaban a su posada. Como muestra de su hospitalidad les ofrecía dos opciones: Podían pagar por la comida y bebida que tomaran o bien consumir todo lo que quisieran de forma gratuita a cambio de dormir en una de sus dos camas. Eso sí cuando los viajeros optaban por la segunda opción, Procusto insistía en que debían ajustarse 'exactamente' a una de las camas. Una vez que la víctima había cenado abundantemente, Procusto le enseñaba sus dos camas, una muy larga, la otra muy corta. Ningún viajero se ajustaba con exactitud a ellas a no ser que se sometiera a un proceso de estiramiento o amputación, por lo que

no tenía más remedio que pagar un precio excesivo por la cena que ya había ingerido.

Siglos después siguen encontrándose en el tráfico ejemplos de diseños contraintuitivos como las rotondas decoradas con estatuas de personas desnudas, aviones, u otro extraño monolito; paradas de autobuses con modelos anunciando lencería o en ausencia de ella, o con otro tipo de imágenes provocativas; señales verticales semiocultas por la vegetación, deterioradas por el paso del tiempo, abandonadas dos meses después de la realización de una obra, colocadas de forma confusa, expresando el mismo mensaje de dirección por medio de una obligación o por una prohibición, etc.; señales de mensaje variable colocadas cerca de incorporaciones o salidas peligrosas de una autovía, que se osan en distraer nuestra atención del atascado entorno visual para preguntarnos si hemos renovado el seguro, si llevamos el cinturón puesto o aconsejarnos que conduzcamos con precaución...; sistemas de navegación, teléfonos móviles, pantallas de ordenador, video y/o DVD que aumentan de forma exponencial la cantidad de información y maniobras que ha de procesar un conductor con capacidad limitada y que nos hacen preguntarnos en qué medida suponen un avance tecnológico o un retroceso en seguridad.

Ergonomía o Factores Humanos y Conducción

Es posible concebir la conducción según la teoría de los factores humanos. Este análisis de interacción hombre-máquina, hombre-coche, complementa y enriquece la definición de conducción. Se trata de evaluar en qué medida la realización de esta conducta responde a los consabidos criterios ergonómicos de satisfacción, confort y seguridad en el trabajo; además del criterio taylorista clásico, y el motor de toda empresa, de la productividad (Wickens, Gordon y Liu, 1998).

Empecemos por el último citado, la productividad, porque históricamente fue la primera demanda que se le hizo al trabajador y, en el fondo, hoy en día se sigue exigiendo. La conducción es productiva si los pasajeros consiguen llegar a su destino a tiempo, o incluso mejor, antes de tiempo. Alcanzar este objetivo de productividad requiere también la garantía de seguridad en el desplazamiento (siendo ambos criterios a veces incompatibles, dado que mayor rapidez en el desplazamiento siempre implica circular a una mayor velocidad y asumir más riesgo). Decimos que un desplazamiento es seguro si los pasajeros consiguen llegar sanos y salvos a su destino. Lo cual, como indican las estadísticas de accidentes, no siempre ocurre.

Ahora bien, no siempre es fácil obtener información fiable sobre accidentalidad y, en muchas ocasiones, depende de cómo midamos esta variable para que obtengamos unos datos u otros y, por ende, una u otra interpretación. ¿Podemos fiarnos de las estadísticas sobre accidentes? ¿Se muestran los datos sobre accidentalidad alterados y/o sesgados? A

veces se expresan en términos de muertes por año (datos brutos) o muertes por kilómetros o millas recorridos, muertes con o sin heridos, muertes teniendo en cuenta la población joven, el tipo de conducción, profesional u ocasional, o bien, teniendo en cuenta la frecuencia de conducción; estimando la conducción en función de la estimación verbal (subjetiva) del número de kilómetros (o millas) recorridos, del número de carnés de conducir vigentes, o del número de litros de combustible consumidos.

Además, cuando el objeto-máquina que utilizamos de forma cotidiana es un coche y su entorno, la carretera, hay que añadir una importante característica, además de las básicas e imprescindibles en el diseño ergonómico de inteligibilidad y usabilidad de los objetos, que lo diferencia del manejo de cualquier otro utensilio que podamos utilizar con mucha frecuencia como es una puerta o un grifo. Los fallos en la ejecución con los vehículos conducen a accidentes de mayor o menor gravedad. Por ello, aplicar los principios psicológicos al desarrollo de estas máquinas no es sólo conseguir que sean los vehículos, las carreteras, las señales,... los que se adapten al hombre, sino también lograr la prevención de accidentes.

Si se logran prevenir los accidentes de tráfico se garantizaría la consecución de los consabidos criterios ergonómicos de satisfacción, seguridad, productividad, ... en la ejecución de esta conducta laboral, personal, familiar y lúdica que supone conducir un vehículo.

La prevención no se logrará implementando sistemas correctivos que sólo amortiguen las consecuencias de los accidentes, carreteras benevolentes que suavicen, con barreras o colchones, los golpes, coches más seguros pero peligrosamente más veloces, sino que ha de realizarse teniendo en cuenta los hallazgos que la literatura sobre los Factores Humanos (en EE.UU.) o denominada Ergonomía (en Europa) y la Psicología Cognitiva para diseñar entornos que permitan la adecuada adquisición de la información, y la correcta toma de decisiones que facilite la realización de las maniobras adecuadas a la situación del tráfico.

El conductor: procesador de capacidad limitada

Visibilidad y conducción

El primer paso en el procesamiento de la información puede ser el primer obstáculo para la ejecución de la conducción. Se debe cuidar en el diseño de los vehículos todo lo relativo a la visibilidad para facilitar el control del vehículo y la detección de posibles obstáculos en la vía. Cuatro aspectos referentes a la visibilidad son fundamentales.

El primero de ellos es la antropometría. La aplicación adecuada de los conocimientos sobre los factores humanos requiere prestar atención a las características antropométricas de los asientos. Los ajustes de los asientos deben permitir un amplio rango de alturas, para proporcionar

una adecuada visibilidad de la carretera. Si no es así, los conductores de menor altura serán incapaces de ver los obstáculos que se presenten frente a sus coches. A la hora de diseñar estos ajustes, que sirven para adecuar los asientos a las diferencias individuales en altura, hay que tener en cuenta que los mandos o controles sean accesibles (para que puedan ser funcionales, útiles) e interpretables (para que puedan ser empleados correctamente).

El segundo aspecto a tener en cuenta, para garantizar la visibilidad del conductor, es la iluminación. Colocar la información de forma visible en el campo visual del conductor no nos asegura que ésta vaya a ser percibida. La oscuridad puede entorpecer la percepción de la vía o de posibles obstáculos, como peatones o coches aparcados. Sería posible mejorar la visibilidad y la seguridad en las carreteras, mejorando sus sistemas de iluminación. También se podría aumentar la seguridad durante la conducción nocturna empleando dispositivos reflectantes que marcaran los carriles de la carretera, tanto centrales como laterales. Estos dispositivos deberían diseñarse con texturas, ya que, gran parte de nuestra habilidad para juzgar la posición lateral y la velocidad a la que nos movemos, se basa en el procesamiento del flujo de las texturas existentes en el campo visual, tanto en la visión foveal como periférica.

Un tercer tema relativo a la visibilidad es la señalización. La búsqueda y la lectura de señales en autovía puede ser fuente de distracción visual. Por ello, es importante tener en cuenta una serie de aspectos en el diseño de la señalización de autovías y carreteras: Eliminar las señales innecesarias, ubicar las señales de forma coherente, identificar con claridad los diferentes tipos de señales (uso del color, forma...) y facilitar que las señales verbales sean leídas de manera eficiente, prestando atención al contraste o a los posibles deslumbramientos.

El aumento del número de señales puede crear un nivel elevado de carga visual para el conductor, que, al unirse a la tarea principal de *tracking*, puede generar situaciones potencialmente peligrosas. Con el fin de evitar que esto ocurra, las señales deberían colocarse en las carreteras de forma que la carga visual se distribuya de forma regular.

El último tema relativo a la visibilidad se refiere a la competición de recursos. Pueden ocurrir también distracciones en el interior de la cabina, debidas al empleo de radios, mapas o dispositivos como teléfonos móviles, que pueden competir con la conducción, por los recursos manuales, cognitivos o visuales que requieren estas actividades.

Además de simplificar el diseño de los mandos del salpicadero y los dispositivos informativos visuales (displays: velocímetro, cuentakilómetros, etc.), se han apuntado otras soluciones más tecnológicas, que consideran la posibilidad de emplear displays auditivos. Sin embargo, es necesario recordar que ni siquiera la información auditiva se encuentra libre de interferencia, ya que compite con la visual por los recursos per-

ceptuales. Otra solución propuesta ha sido el uso de displays táctiles sobre el volante.

Los diseñadores de automóviles han propuesto también el empleo de *head-up displays* dispositivos informativos proyectados en el parabrisas del coche (o del avión) que permitan ver información, como la del velocímetro, sin necesidad de dirigir la mirada hacia el salpicadero. Sin embargo, estos dispositivos no están exentos de desventajas. Existe cierta preocupación por el peligro que se podría generar si los obstáculos de la vía fueran enmascarados por esta información, por lo que las imágenes presentadas deberían ser simples, tales como velocímetros digitales.

No obstante, a pesar de que los avances tecnológicos como el uso de displays auditivos, podrían reducir la competición por el canal visual, también podrían producir mayor distracción. Muchos de estos avances, diseñados para proporcionar más información al conductor. Por ello, cuando se introducen estas ayudas electrónicas, es preciso tener en cuenta si su diseño es ergonómico, es decir, si facilitan una interpretación simple e inmediata.

Exceso de velocidad y conducción

Casi todos los accidentes que dan lugar a lesiones o muertes se producen por dos causas: una pérdida de control causado por circular con exceso de velocidad (un error en la tarea de *tracking* lateral) o colisiones con obstáculos de la vía (un error en el *tracking* longitudinal).

La pérdida del control del vehículo puede deberse a múltiples factores: la existencia de manchas de aceite o hielo en la vía; la circulación por carriles estrechos o a fallos de atención en la orientación lateral, que pueden provocar la invasión de otros carriles.

Desde la ergonomía se proponen distintas soluciones a los problemas de la pérdida de control del vehículo. En principio, es útil cualquier solución que ayude a que el conductor a dirigir su vista y mantener su atención fuera del vehículo para evitar fallos atencionales. Otra posibilidad consiste en diseñar carriles más anchos para disminuir la probabilidad de que se produzca pérdida de control del vehículo. Sin duda, también podría ayudar, a conducir de forma segura, ajustar la velocidad del vehículo según los límites de velocidad y la curvatura de la carretera. Sin embargo, aún son más importantes los dispositivos que proporcionan al conductor *feedback* sobre su exceso de velocidad, por ejemplo, con señales acústicas. Es útil emplear marcas visibles en el borde de los carriles, así como las "alertas pasivas", bandas sonoras que avisan al conductor vía auditiva y táctil su desplazamiento del centro del carril y la posible pérdida de control del vehículo. De esa forma podrían disminuir los accidentes causados por la ejecución de maniobras bruscas, sobre-corrección de la posición o invasiones de carriles adyacentes.

Conducción y evitación de obstáculos

El tiempo de reacción (detección) es un parámetro clave para poder comprender la respuesta del conductor a la hora de evitar los obstáculos. Se estima que un conductor medio tarda de unos 2-4 segundos en reaccionar ante un imprevisto. Sin duda, este tiempo está muy por encima de los tiempos de reacción obtenidos normalmente en laboratorio. Se trata de valores promedio. Si se tiene en cuenta la variabilidad inter e intraindividual, con el fin de incluir el tiempo de reacción de aquellos conductores (o condiciones) que puedan presentar un mayor retraso en la respuesta. Sólo valores por encima de estas cifras, en el rango de los 3-4 segundos, podrían considerarse seguros.

Una vez que el peligro ha sido detectado, el conductor ejecuta respuestas de evitación que pueden variar en función de las circunstancias. En unos casos, la respuesta de evitación consistirá en girar el volante; en otros, en frenar; aunque los datos sugieren que los conductores tienden, sobre todo, a pisar el freno. Ahora bien, el resultado final, o sea, la habilidad para ejecutar de forma exitosa estas maniobras en un tiempo breve, dependerá, en gran medida, de la inercia (masa y velocidad) del vehículo en cuestión.

Conducir a gran velocidad supone una amenaza a la seguridad por múltiples razones: Se puede perder el control del vehículo con mayor probabilidad; será menos probable que el conductor perciba los peligros a tiempo de reaccionar; será mayor la distancia recorrida antes de ejecutar una respuesta evasiva; y también serán mayores los daños, en caso de que se produzca un impacto. Pero entonces, ¿por qué los conductores circulan cada vez a velocidades más elevadas? Esta tendencia puede ser intencional, como, por ejemplo, por tener prisa para llegar a tiempo a nuestro destino, porque hemos salido tarde. Pero también existen otras razones, menos conscientes, que pueden explicar porqué tendemos a circular a velocidades elevadas. Estos sesgos pueden ser perceptuales, por ejemplo, por subestimación de la velocidad verdadera o cognitivos, por ejemplo, por sobreestimación de la capacidad del vehículo para frenar a tiempo.

Un sesgo perceptivo puede ser cualquier factor que reduzca la sensación aparente de velocidad (motores más silenciosos, asientos más altos, textura del asfalto menos visible) que dé lugar a una tendencia a circular a una mayor velocidad. El nivel de adaptación también desempeña una función importante. Los conductores que circulan durante un largo período de tiempo por una misma carretera percibirán su velocidad como menor de lo que realmente es, y, por lo tanto, tenderán a superar los límites de velocidad. Por el contrario, cualquier técnica que cree, de forma artificial, la ilusión de circular a mayor velocidad, puede utilizarse para inducir una conducción más cuidadosa.

Los sesgos cognitivos son tan importantes como los sesgos perceptuales, pero más difíciles de cuantificar. Se deben a la sobreconfianza

del conductor, que ignora la posibilidad de aparición repentina de un peligro, o a su creencia acerca de que si el peligro apareciera, sería capaz de detenerse a tiempo. La psicología ha encontrado este fenómeno de la sobreconfianza en una amplia variedad de aspectos de la conducta humana, tales como la creencia de los conductores de que es menos probable que se vean envueltos en un accidente que otro conductor promedio.

Dos subtareas de la conducción

Schmidt (1975 y 1982) habla de dos formas diferentes de controlar el movimiento en función de la función que desempeñe la información visual en la ejecución de dichas maniobras motoras.

El control del movimiento bajo bucle cerrado incluye aquellos movimientos que se ajustan de forma fina y continua a la información sensorial entrante. Hallamos este tipo de control en la conducción, por ejemplo, cuando realizamos la tarea de *tracking* o seguimiento, ajustamos la dirección de nuestro volante a la curvatura que describe la carretera para no salirnos de la calzada y mantenernos en el carril de nuestra dirección. Se trata de ajustes finos estímulo-respuesta (E-R).

La segunda forma se llama control del movimiento bajo bucle abierto e incluiría a aquellas cadenas de respuestas o movimientos que se generan de forma rápida y automática ante la presentación de cierta señal o estimulación. También se conoce a esta forma de controlar al movimiento como programa motor. Se refiere a la cadena de respuestas Estímulo -R1-R2-R3-R4 => Feedback, que se origina después de presentarse cierta estimulación. Por ejemplo, cuando oímos vemos la señal de fin de prohibición de adelantamiento y comenzamos a ejecutar la cadena de respuestas que inician el adelantamiento. Entre ellas, el posicionamiento en el otro carril, el incremento de marcha (pisar embrague, meter la marcha, soltar embrague al mismo tiempo que se pisa el acelerador); o bien, si es de noche, el cambio a la luz larga; la estimación de la distancia a que el vehículo superado se encuentra, la incorporación al carril de procedencia...

Las principales diferencias entre un tipo de control del movimiento y el otro estriban en la rapidez y en la capacidad de retroceso o suspensión de la maniobra.

En el caso del control del movimiento bajo bucle cerrado, el ajuste a la información sensorial es más fino y por ello más adaptado a cualquier variación puntual, espontánea o sorpresiva en los eventos de la escena.

En el caso del control del movimiento bajo bucle abierto, como se realiza de forma balística, la ejecución de respuestas rápidas y seguidas sin mediación sensorial, el ajuste a cualquier cambio imprevisto es más burdo. Por ejemplo, una vez iniciada la maniobra de adelantamiento aparece detrás de una curva lejana un vehículo que no habíamos visto antes. Probablemente la ejecución de la cadena de respuestas citada

antes (cambio de carril, cambio de marcha, etc.) se haya iniciado y nos veamos obligados a terminarla pues no lleva a ningún lugar el estancamiento de la maniobra a mitad de la cadena de respuestas.

Esto no quiere decir que se menosprecie la función que la información y la retroalimentación sensorial tiene en los programas motores, como ocurrirá en la definición de Keele (1968, p. 387): "*Secuencia de órdenes motoras preestructurada que permite ejecutar una serie de conductas sin referencia a la retroalimentación sensorial*". Sin embargo, según Schmidt, la estimulación sensorial es crucial a la hora de decidir acerca de los valores que adoptarán los parámetros (o valores modificables de un programa o esquema motor) para la ejecución del nuevo programa o secuencia de movimientos.

Tarea de tracking o seguimiento

La conducción se realiza dentro de un contexto multitarea protagonizado imprescindiblemente por la ejecución de dos tareas de *tracking* o seguimiento de forma continua. La tarea de *tracking* longitudinal y la lateral. La tarea longitudinal supone el mantenimiento de la velocidad, dirigida tanto por órdenes internas (circula rápido, sin perder el control o para evitar ser pillado por exceder el límite de velocidad) o en función del comportamiento de otros elementos del tráfico que el conductor se encontrando como otros vehículos, peligros o señales de tráfico. La tarea longitudinal de control o ajuste se realiza con respecto a las condiciones del tráfico avanzadas (la trayectoria de la carretera venidera) y un predictor (la trayectoria del vehículo). La tarea de *tracking* lateral, o de segundo orden, supone el mantenimiento de la posición del vehículo dentro del carril.

La tarea de *tracking* lateral viene dirigida por la carretera, mientras que la tarea longitudinal puede ser gobernada por distintos conjuntos de estímulos provenientes del flujo de movimiento de la carretera, la localización, o la distancia de a la que se encuentren los peligros, los dispositivos de control del tráfico o el velocímetro. La calidad del *input* visual puede verse degradada por malas condiciones de visibilidad o porque el conductor dirija la mirada fuera de la carretera.

La mejor forma de evaluar la ejecución en la tarea de *tracking* lateral no es medir los errores, sino medir el tiempo hasta que se sale del carril. Esta medida es una estimación directa de la cantidad de tiempo promedio que el conductor es capaz de mantener su objetivo (permanecer dentro del carril) sin perderlo (Godthelp, Milgram y Blaauw, 1983).

Ya Gibson en 1938 denomina como campo del viaje seguro (*field of safe travel*, ver figura), al campo de las posibles trayectorias que puede tomar el coche sin que su paso le sea impedido por los objetos presentes en el entorno. El campo de viaje seguro puede describirse, físicamente, como una lengua que se prolonga a lo largo de la carretera, cuyos límites vienen determinados por los objetos o los rasgos de la carre-

tera. Dichos obstáculos tendrán una valencia negativa, mientras que la línea media del campo de viaje seguro tiene una valencia positiva. La valencia es el rasgo en virtud del cual nos movemos hacia o nos apartamos de ciertos objetos.

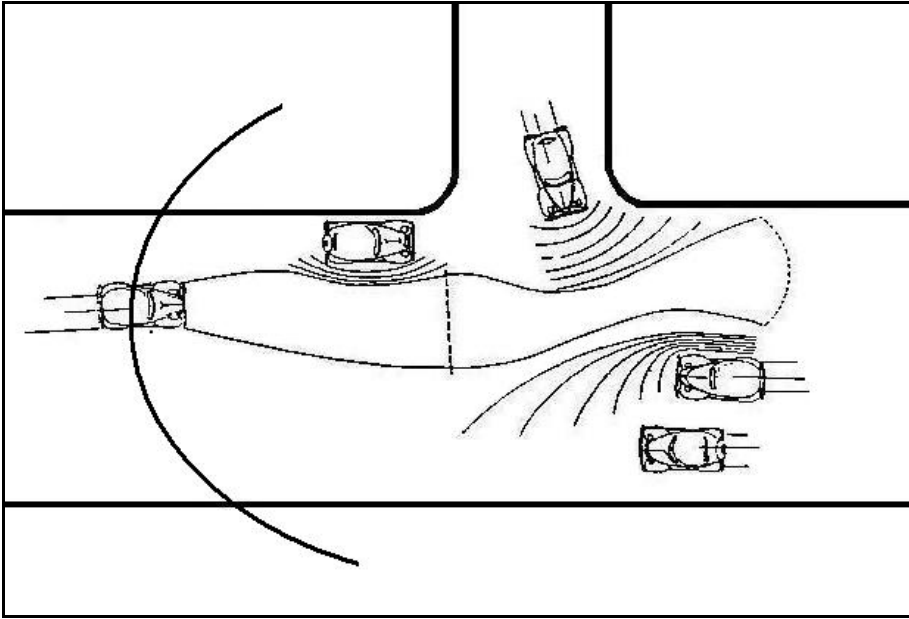


Figura. El campo de 'viaje seguro' y la 'zona mínima de parada' de un conductor en el entorno del tráfico. Conducir un automóvil puede definir-se entonces como una actividad gobernada por una serie de reacciones del conductor para mantener el vehículo en la línea media del campo de viaje seguro Adaptado de Gibson, J.J. y Crooks, L.E. (1938). A theoretical field-analysis of automobile-driving. *The American Journal of Psychology*, LI(3), 453-471, p. 455. The field of safe travel and the minimum stopping zone of a driver in traffic.

El campo de viaje seguro ha de definirse en cada instante específico. Es un campo espacial pero no fijo. El coche se mueve a través del campo cuando atraviesa el espacio, siendo el mismo conductor el punto de referencia. El campo de viaje seguro cambia continuamente, se gira, alarga, contrae, ensancha o estrecha de acuerdo a la presencia de obstáculos en la carretera que limitan sus fronteras. Sin embargo, no se trata de una experiencia subjetiva del conductor, ya que se puede determinar objetivamente cuál sería el campo dentro del cual el coche puede maniobrar de forma segura.

Tarea de cambio de marcha: controlada vs. automática

Tudela (1992), entre otros, utilizó la conducción para ilustrar las diferencias entre procesamiento controlado y creación de automatismos, ligando las diferencias entre estos procesos con las etapas de adquisición de cierto aprendizaje de tipo cognoscitivo o motor. Las primeras etapas del aprendizaje están protagonizadas por el procesamiento controlado, mientras que una vez que se realiza una amplia práctica de la tarea son los procesos automáticos los que lideran dicha actividad.

Se ha definido automaticidad de diferentes maneras. Shiffrin y Schneider (1977) insistían en que los automatismos ocurren cuando reaccionamos ante un estímulo particular. Un ejemplo de la conducción podría ser el parar al ver un semáforo en rojo. La conducción también ha sido definida por algunos autores que trabajan en el campo de los factores humanos y la ergonomía como una tarea automática y autorregulada.

Automática (Brown, 1982a; Anderson, 1995; Grafman, 1995; y Underwood y Everatt, 1996) porque el conductor es poco consciente de los elementos específicos de la tarea, porque puede llevarse a cabo al mismo tiempo que otras tareas (p.e., hablar, escuchar la radio), porque se hace bajo control de bucle abierto. Aunque esto último es más que cuestionable. Bajo control de bucle abierto podemos cambiar la marcha de nuestro vehículo, siendo más independientes de la información sensorial respuesta a respuesta, aunque si es importante obtener un feedback sobre la ejecución final alcanzada. Sin embargo, la adaptación de la trayectoria del vehículo dentro de los márgenes y trazado que describe la carretera, es una maniobra controlada bajo bucle cerrado, donde la información sensorial se convierte en imprescindible para corregir la trayectoria punto a punto.

Autorregulada (Brown, 1982a) porque el conductor elige la forma en que va a desempeñar la tarea, velocidad a la que circular, su forma de interaccionar con otros elementos del tráfico, etc.

En general, la conducción se ha utilizado sobre todo como un ejemplo por excelencia de habilidad automática porque es una actividad cotidiana, repetitiva y a menudo predecible (Anderson, 1995; Shiffrin y Schneider, 1977). Pero, ¿es posible considerar la conducción como una habilidad automática? Tradicionalmente los psicólogos cognitivos han concebido a la conducción, o al menos a parte de la tarea de conducir, como 'automática' (por ejemplo, Brown, 1982a; Schmidt, 1982; Michon, 1985; Welford, 1986; Baddeley, 1990; Anderson, 1995; y Grafman, 1995). Existen datos que demuestran que se puede llevar a cabo esta actividad junto a otras de forma concurrente, sin excesivo deterioro. Por ejemplo, somos capaces de mantener una conversación lógica sin salirnos de la carretera. Pero también es cierto que existe otra serie de estudios que demuestran que conducir y realizar una tarea secundaria al

mismo tiempo produce un empeoramiento de la ejecución (ver Groeger, 2000), por lo que dudan de que esta tarea llegue a automatizarse.

Definición de conducción: desde la psicología cognitiva

La conducción es un proceso activo de búsqueda por medio del cual se selecciona y se transforma la información. Sin embargo, dicho proceso es realmente complejo. El usuario de la carretera está expuesto, a lo largo de su recorrido, a una multitud de estímulos, no sólo visuales, de entre los cuales debe realizar una selección que será determinante de su comportamiento.

El conductor, dentro de esta concepción, es un procesador de información que interpreta el conjunto de las informaciones disponibles en cada momento para realizar ese ajuste, con el fin de prevenir cómo evolucionará la situación sin su intervención, o cómo cambiará en función de la decisión que tome, estimando las potenciales consecuencias de las distintas posibilidades de acción. Toma a cada instante decisiones relativas a su trayectoria, en función de su interpretación de la situación y de la previsión del estado futuro del sistema que controla. Esta decisión se plasma en acciones.

Procesamiento visual, toma de decisiones y ejecución motora de respuestas son los procesos psicológicos que más se han destacado en la definición de conducción. No obstante, es posible realizar un análisis más detallado de los procesos implicados en la conducción. De hecho, esta conducta compleja le ha servido a la Psicología Cognitiva, en muchas ocasiones, para poner ejemplos acerca del funcionamiento de los procesos psicológicos básicos. A partir de ellos es posible construir una definición más completa de conducción.

La conducción es una conducta compleja, en la que se ejecutan de forma simultánea distintas subtareas. El conductor debe procesar información a través de dos o más canales de forma serial o paralela. Los recursos que posee para realizar estas tareas están bajo control voluntario y son escasos. La competición de recursos, el aumento de la confusión y la posibilidad de cruce entre las dimensiones, dependerá de la similitud entre las tareas.

Conducimos, fundamentalmente, a partir de la experiencia visual. El sistema visual extrae información de movimiento y profundidad, claves para la conducción.

Las memorias o registros sensoriales le sirven al conductor para alargar la duración de la estimulación del entorno de la carretera y le permite tomar decisiones incluso a partir de exposiciones breves de eventos.

Los almacenes, de capacidad limitada pero independiente para procesar información verbal y visuo-espacial, de la Memoria de Trabajo, también están implicados en la conducción. La tarea de *tracking* se ve

interrumpida por una tarea de imaginación visuo-espacial, pero no lo hace así su equivalente verbal.

Conducir implica la regulación del procesamiento de información por parte de la atención y la liberación de recursos cuando la tarea llega a automatizarse. La atención actúa como el pegamento de los rasgos básicos, que el sistema perceptual detecta preatencionalmente de forma inconsciente, para formar un objeto específico. Aunque, a veces, la falta de atención hace que se mezclen los rasgos de la experiencia perceptiva.

Cuando una persona inicia su aprendizaje para conducir un coche necesita atender a todos y cada uno de los componentes de esa habilidad: estar pendiente del freno o del acelerador, según lo requiera la situación, ajustar el movimiento del embrague al cambio de marcha, prestar atención a las señales de la carretera o a los acontecimientos que se presentan en el camino, etc. A medida que aumenta la práctica, la articulación de todos estos componentes se hace más fluida y la realización de cada componente requiere menos atención por parte del sujeto, resultando la conducción más cómoda y relajada.

En la ejecución de las distintas subtareas implicadas en la conducción se produce un coste por cambio de tarea, que sólo puede ser reducido si se anticipa información al conductor acerca de qué tarea va a tener que realizar, por ejemplo, a través de la información que proporcionan la señales de tráfico.

Durante la conducción también es precisa la selección de estímulos y metas que controlan la conducta humana. A veces es imposible especificar por adelantado qué información va ser relevante para dirigir nuestra conducta (una señal de STOP, alguien que se nos cruza) y probablemente los siguientes segmentos de conducta sean inesperados.

La conducción se automatiza o habitúa, por ejemplo, cuando conducimos por el mismo recorrido para llegar al trabajo. Entonces ocurren los errores o deslices de acción mientras que para corregir esas conductas es necesario imponer control sobre los procesos mentales.

El control motor durante la conducción se realiza de forma híbrida. Se controlan mediante bucle cerrado aquellos movimientos que sirven para desplazar el vehículo dentro del carril para ajustarse a la trayectoria de la carretera (*tracking* lateral y longitudinal). Sin embargo, se controla bajo un bucle abierto o a través de programas motores el cambio de marcha.

A partir de la experiencia cotidiana, el conductor aprende a relacionar eventos, aprende la contingencia entre eventos, por ejemplo la escasa relación entre las señales de obras y peligro real, que le lleva a desobedecer su mensaje de reducción de velocidad. También, aprende el conductor a realizar conductas al volante no deseadas en ausencia del policía.

El resultado del funcionamiento de todos estos procesos modifica las motivaciones, expectativas ('modelo mental') y experiencia previa del conductor que sesgarán y desvirtúan la experiencia perceptiva para reaccionar en sucesivas ocasiones ante el entorno del tráfico.

Ejemplos de la conducción

Estos son los ejemplos en los que nos hemos basado, rastreando la literatura previa, para construir la definición de conducción según la Psicología Cognitiva que hemos expresado más arriba.

Conducir supone la realización de forma simultánea de distintas sub-tareas:

Wickens (1998) recurre a la conducción como conducta compleja, en múltiples casos, para ejemplificar cómo las limitaciones del procesamiento humano influyen en la ejecución humana. Wickens (1998, Págs. 381, 382) utiliza la conducción para definir algunos conceptos de la Teoría de la Información relacionándolos con la Atención. Dichos conceptos son canal:

"...Para un conductor de automóviles, un canal es el flujo de información sobre la posición del coche en la autovía. Dos canales adicionales pueden ser las noticias de la radio y la conversación con un pasajero. Un cuarto canal puede llegar a ser el velocímetro analógico proyectado en la parte superior del parabrisas (H.U.D. Head Up Displays).

...procesamiento serial o en paralelo,...

El conductor debe procesar información a través de dos o más canales de forma serial o paralela. Podrá procesar la conversación y la posición en la carretera del vehículo de forma paralela, pero tendrá que procesar en serie el flujo de la información verbal de la radio y del pasajero. Sin embargo, no está garantizado que el procesamiento de los dos canales sea perfecto. Es decir, que la calidad de transmisión de un canal no se vea afectada por el procesamiento del otro. De hecho, la confusión o cruce puede ocurrir cuando se procesan en paralelo. Tal confusión a menudo causa conflicto. En conducción, la confusión puede dar lugar a que un cambio repentino en la posición del velocímetro (HUD) sea procesado como una desviación lateral del vehículo en la carretera o a que se malinterpreten las palabras de la radio al atribuir la conversación al pasajero...

...recursos,...

...Los recursos se caracterizan por dos propiedades: Su uso está bajo control voluntario y son escasos. Por ejemplo, una demanda de recursos

en conducción con baja visibilidad dejará pocos recursos disponibles para que el conductor se concentre en la voz del pasajero e incluso supondrá un incremento en fatiga.

Hay más de un tipo de recursos, por ello la escasez se hará más obvia cuando dos tareas compartan una fuente común de recursos, por ejemplo, conducir y rotar un mapa mental (ambas tareas son espaciales) o mover el volante al mismo tiempo que se sintoniza la radio (ambas tareas exigen respuestas), que entre dos tareas que utilicen recursos separados, tal como girar el volante mientras se escucha la conversación de la radio.

...y similitud entre dos tareas o canales.

...Probablemente la similitud de cualquiera de las dimensiones incrementará a medida que aumente la confusión y la posibilidad de cruce entre las dimensiones, tendrá como consecuencia una mayor interferencia. Por ejemplo, la radio y la voz del pasajero se confundirán más probablemente si ambos son hombres, hablan el mismo idioma, o si los mensajes se emiten desde la misma localización en el vehículo, que si todas estas dimensiones fueran distintas. Cambios en la velocidad mostrada en el HUD se confundirán más fácilmente con cambios en la posición lateral del vehículo en la carretera, si ambas informaciones se muestran en displays de tipo analógico y si ambos displays se proyectan en la parte superior del parabrisas (HUD) sobre-impuestos a la carretera, más que si se mostraran en el salpicadero”.

Conducimos, fundamentalmente, a partir de la experiencia visual

Marcos-Ruiz (1992) utiliza el ejemplo de un peatón para ejemplificar en qué medida el sistema visual parece ser la herramienta básica por la que el individuo adulto tiene noticia de la estructuración espacial del medio.

En Marcos-Ruiz (1992, p. 465): “Supongamos ahora una persona que se dispone a cruzar una amplia avenida, aprovechando el momento en que el semáforo abre el paso de peatones mientras detiene el de los vehículos. Cada vehículo de los que se encuentran temporalmente detenidos frente al paso de peatones emite gran cantidad de calor y ruido más o menos notable. Todos ellos presentan aspectos en general bastante parecidos. El lector debe reparar ahora en la cantidad de información que el peatón posee acerca de su entorno; entorno que puede ser amenazante, si no se obtiene y analiza cuidadosamente esa información. Es fácil imaginar que la información sobre la posición de las fuentes de calor sería a todas luces pobre; con este único dato, incluso en condiciones óptimas de recepción y con sujetos entrenados, sería casi imposible saber el número de vehículos que se encuentran detenidos en las proximidades; y tanto más difícil sería para el peatón aventurar la

posición en que se encuentra cada uno de ellos. Algo más de información se podría obtener con el aparato auditivo; en ciertas condiciones sería posible saber el número aproximado de vehículos que hay e incluso la posición de algunos de ellos. La situación cambia sustancialmente cuando consideramos la información obtenida por el sistema visual. En condiciones normales un peatón sabe cuántos vehículos hay detenidos, el tamaño que tiene cada uno de ellos, la distancia que los separa entre sí y la distancia aproximada que media entre cada uno y el observador. Es evidente que sólo con esta información el peatón puede sacar mucho más partido de la situación para abordar con ciertas garantías la operación de cruzar la concurrida avenida”.

Tornay (1999) también recurre a un ejemplo clásico de la conducción, citado habitualmente en los manuales de Percepción, para explicar el fenómeno de paralaje de movimiento a partir del cual el sistema visual extrae información de movimiento y profundidad.

Santiago, Tornay y Milán (1999, p. 59): *“Cuando viajamos en un vehículo, los objetos del paisaje parecen moverse al mismo tiempo que nosotros. El movimiento exacto, sin embargo, depende del punto al que estemos dirigiendo la mirada. Los objetos más lejanos que el punto de enfoque parecen moverse en la misma dirección que nosotros. Los más cercanos parecen moverse en dirección contraria a nosotros. Además, los objetos más lejanos se mueven mucho más lentamente que los cercanos”.*

Zeki (1993) alude a la conducción al describir los síntomas de una paciente ciega al movimiento. Destaca que su alteración era tan grave que tenía dificultades para poder llevar a cabo una vida normal, servirse un té o cruzar la calle.

Zeki (1993, p. 109): *“Tenía problemas al cruzar la calle debido a que no era fácil para ella determinar la posición exacta de los coches: ‘Cuando miro primero al coche parece que está lejos. Pero entonces, cuando quiero cruzar de repente está muy cerca’, es decir, no podía ver la posición del vehículo entre ambas observaciones”.*

Distintos almacenes de Memoria implicados en la conducción

Ruiz-Vargas (1991) recurre a la conducción para explicar cómo las memorias o registros sensoriales sirven para alargar la duración de la estimulación y nos permiten tomar decisiones incluso a partir de exposiciones breves de eventos.

En Ruiz-Vargas (1991, p. 87): *“En una actividad tan cotidiana como el conducir los ejemplos suelen ser numerosos. El peatón que súbitamente intenta cruzar delante de nuestro coche en marcha; el automóvil que, en unas fracciones de segundo, pretende invadir el carril por el que nosotros vamos circulando; la señal que de repente aparece y desaparece ante nosotros, podrían ser algunos casos que ilustran de un modo*

sencillo lo efímero de algunos objetos que forman parte de nuestro ambiente circundante.”

Baddeley también recurre a una experiencia personal al volante para explicar, y someter a prueba posteriormente, la existencia de almacenes esclavos, en la Memoria de Trabajo, de capacidad limitada pero independiente para procesar información verbal y visuo-espacial.

En Baddeley y Liberman (1980, p. 521-539): *“...durante un tiempo que pasé en California, me interesé por el fútbol americano. En una ocasión, iba conduciendo en una autopista y al mismo tiempo escuchaba la retransmisión de un partido. El fútbol americano es, sin duda, un juego en el que la localización espacial es extremadamente importante. De hecho, estaba recreando una imagen rica y compleja del campo de fútbol cuando mi coche empezó a oscilar de lado a lado. Rápidamente puse música y proseguí el viaje más seguro.*

Al volver a Inglaterra decidí estudiar este efecto sistemáticamente. Les pedimos a los participantes que ejecutaran bien la tarea espacial de Brooks, bien una tarea verbal, en combinación con una tarea de tracking (seguimiento). Según los resultados la tarea de tracking interrumpe seriamente la tarea de imaginación, pero no lo hace así su equivalente verbal”.

Conducir implica la regulación del procesamiento de información por parte de la atención y la liberación de recursos cuando la tarea llega a automatizarse

Milán elige el tráfico y su regulación por medio de semáforos para explicar la función que desempeña la atención en el procesamiento de información.

En Santiago, Tornay y Milán (1999, p. 197): *“La atención actuaría seleccionando información para controlar el procesamiento de la información, mediante la activación e inhibición de los procesos en curso, para alcanzar las metas del organismo. El tráfico podría ser una concepción para entender esta división, la atención sería equivalente a un semáforo, el sistema de procesamiento a las vías y a los vehículos en circulación. No obstante, esta concepción no es muy adecuada, pues la atención parece un semáforo inteligente, siempre al servicio de las metas del sistema, del municipio.”*

Además Milán nombra al coche y la carretera de forma indirecta para explicar cómo la atención podría actuar como el pegamento de los rasgos básicos, que el sistema perceptual detecta preatencionalmente de forma inconsciente, para formar un objeto específico (Teoría de Treisman y Gelade, 1980).

En Santiago, Tornay y Milán (1999, p. 197): *‘Imagina la siguiente situación: te encuentras charlando con un amigo de algo muy interesante, por lo que estás prestando gran atención a las palabras y al rostro de tu amigo. Detrás de él, como fondo de la escena visual, un coche rojo*

crucza a gran velocidad y una mujer, inmediatamente después, crucza la carretera. ¿De qué color es el vestido de la mujer? Es posible que tu respuesta sea 'rojo', aunque el vestido fuese de otro color. De ser así, habrías recombinao de manera errónea los rasgos básicos que pertenecen a objetos distintos: el color del coche con la figura de la mujer. Notar que la mujer era rubia, delgada y con un traje negro, es decir, construir su identidad como objeto, te habría exigido atender a la mujer". Tudela en su capítulo de Atención de 1992 utiliza la conducción para ilustrar las diferencias entre procesamiento controlado y la creación de automatismos:

En Tudela (1992, p. 139): *"La experiencia de la vida diaria hace intuitivo el concepto de automatismo. Cuando una persona inicia su aprendizaje para conducir un coche necesita atender a todos y cada uno de los componentes de esa habilidad: estar pendiente del freno o del acelerador, según lo requiera la situación, ajustar el movimiento del embrague al cambio de marcha, prestar atención a las señales de la carretera o a los acontecimientos que se presentan en el camino, etc. A medida que aumenta la práctica, la articulación de todos estos componentes se hace más fluida y la realización de cada componente requiere menos atención por parte del sujeto, resultando la conducción más cómoda y relajada. Esta experiencia común y generalizable a otras habilidades de carácter motor o cognoscitivo ha llevado en los estudios de procesamiento de información a distinguir entre procesos automáticos y procesos controlados (Schneider y Shiffrin, 1977) o procesamiento automático y procesamiento realizado con esfuerzo (Hasher y Zachs, 1979) o procesamiento automático y procesamiento consciente (Posner y Snyder, 1975)".*

Rogers y Monsell (1995) utilizan los sistemas pre-electrónicos del tráfico ferroviario, para explicar el coste de tiempo invertido en la realización de cambio de tarea, así como para ilustrar cómo se produce coste entre ensayos y no entre distintos bloques.

En Rogers y Monsell (1995, p. 216): *"...el coste temporal del cambio de tarea puede interpretarse como duración de un proceso de reconfiguración. Una concepción física de este coste puede ejemplificarse en el operario que levanta una pesada palanca para cambiar de una posición a otra los raíles de un tren, en sistemas ferroviarios no electrónicos. La concepción de la duración del cambio nos lleva a una predicción simple. El operario no puede cambiar los raíles para que el tren que llega circule por la vía B, si aún no ha terminado de pasar el tren que circulaba por la vía A. Si el tren que va por la vía B, llega antes de que el operario haya podido mover la palanca, tendrá que esperar. Este es el origen del coste. Sin embargo, si ha pasado tiempo suficiente antes de que el próximo tren llegue y el operario sabe de antemano que el destino será la vía B, podrá mover la palanca a la posición requerida, y no habrá que esperar. Además variando el tiempo que transcurre entre la llegada de los trenes*

que circulan por distintas vías, será posible medir la duración del proceso de cambio de palanca”.

También Duncan (1990) se refiere a la selección de estímulos y metas que controlan la conducta humana. Escoge la conducción como ejemplo de la vida diaria para demostrar que no es posible especificar por adelantado qué información va ser relevante para dirigir nuestra conducta y probablemente los siguientes segmentos de conducta sean inesperados.

Duncan (1990, p. 62): *“Para el conductor de un coche, por ejemplo, puede resultar difícil predecir si el nuevo input que controlará la conducta será una señal de STOP, un amigo que le saluda inesperadamente desde la otra acera, o el llanto del niño en el asiento trasero. Sólo seleccionamos estímulos que son relevantes para las metas actuales”.*

Un ejemplo de los deslices de acción también fue tomado de la conducción por Sanabria (2002). Inspirado en los trabajos de Schwart (1995) acerca del estudio de los errores o deslices de la acción como una forma clásica de estudiar los mecanismos de control y su influencia en la preparación de la tarea (Reason, 1984; Monsell, 1996). La conducta automatizada o habitual no necesita atención, mientras que para sobre-imponernos a esas conductas si que es necesario imponer control sobre los procesos mentales.

Sanabria (2002, p.15): *“Todos los días conducimos por el mismo recorrido para volver a casa. Sin embargo, un día, pensamos cambiar el itinerario para comprar en una tienda. De pronto, pasados unos minutos, nos damos cuenta de que estamos realizando el mismo recorrido que hacemos todos los días y, por tanto, tenemos que dar la vuelta. Si alguien va con nosotros, seguramente nos dirá que estamos pensando en otra cosa, o que no estamos atendiendo a lo que hacemos”.*

Conducimos gracias al control híbrido del movimiento

Santiago elige la conducción para explicar la diferente función que desempeña la información visual en el control y aprendizaje motor de habilidades. Inspirado también por Keele (1968, p. 387). Para ilustrar el hecho de que dentro de una misma habilidad (la conducción) existen movimientos controlados mediante bucle cerrado:

En Santiago, Tornay y Milán (1999, p. 139): *“Se controlan mediante bucle cerrado aquellos movimientos que se ajustan de forma fina y continua a la información sensorial entrante. Esta información sensorial se analiza y utiliza para cambiar los parámetros del movimiento... Un ejemplo de este tipo de control dentro de una habilidad humana son los movimientos del volante en la conducción. En la situación de conducción, los movimientos del volante son los principales responsables de mantener el coche dentro de la carretera. Esta información sensorial se utiliza de forma continua para ajustar la dirección, la fuerza y la velocidad del movimiento ejercido por las manos sobre el volante. A su vez, este mo-*

vimiento tiene efectos sobre la información sensorial entrante (p.e., al ver que la carretera tuerce hacia la derecha, movemos el volante en la misma dirección, con lo que la carretera deja de torcer hacia la derecha y la dirección de la carretera y del vehículo se alinean) que producen cambios en el movimiento (dejamos de torcer el volante)...

..Para ilustrar el hecho de que dentro de una misma habilidad (la conducción) existen movimientos controlados mediante bucle abierto:

...tomemos otro ejemplo proveniente de la habilidad de la conducción: el cambio de marchas. En contraste con el seguimiento de la carretera mediante movimientos continuos del volante, el cambio de marchas es una secuencia de movimientos discretos que se efectúa como una unidad en un intervalo de tiempo muy pequeño (en conductores hábiles). Incluye múltiples partes, que deben ser ordenadas y coordinadas entre sí: pisar el embrague a fondo, dirigir la mano a la posición actual de la palanca de cambios, asirla y moverla en una o varias fases hacia su nueva posición, soltar el embrague lentamente y acelerar también lentamente. Algunas partes de este patrón complejo de coordinación de los componentes son complejas. Todo el conjunto se realiza, a veces, en intervalos de un segundo o menos, lo cual no sería posible si para pasar de un movimiento a otro tuviéramos que esperar confirmación sensorial de que el anterior se ha realizado”.

Aprendizaje y conducción

Domjan y Burkhard (1990) también se valen de variados ejemplos de la conducción para explicar algunos principios del aprendizaje y de conducta. Entre ellos, utilizan una noticia publicada en los periódicos sobre un accidente para explicar la contingencia EC-EI.

Domjan y Burkhard (1990, p. 99): *‘Un tren arrolla el coche del señor P., que resultó muerto. Una investigación del accidente reveló que las luces y las campanas de señalización del cruce habían funcionado correctamente. Se dijo que el señor P. Estaba en buenas condiciones físicas y mentales, y que no había bebido. ¿Qué fue lo que ocurrió? ¿Por qué el señor P. metió el coche en las vías cuando las señales visuales y auditivas indicaban claramente una relación temporal con la llegada del tren de forma que fueran eficaces? Con frecuencia las campanas y las luces de aviso comienzan a funcionar antes de que el tren esté en el cruce y a menudo continúan un tiempo después de que el tren se haya marchado. Debido a ese ajuste ineficaz, si llegamos a un cruce y las señales están en marcha, no podemos estar seguros de si el tren está a punto de venir o si acaba de pasar. Por tanto, los conductores invariablemente se acercan a la vía del tren despacio cuando las señales están encendidas, miran a un lado y a otro para ver si viene el tren e intentan salir rápidamente de la vía si viene. Algunos, como el señor P., no lo*

hacen a tiempo. Sería mucho más eficaz que las señales comenzaran poco antes de que el tren llegara al cruce y terminaran en cuanto el tren hubiera pasado. Las personas estarían así seguras de que el tren llegará en cuando vieran las luces y campanas avisando, y no estarían tentados a arriesgar su vida adentrándose en las vías para averiguar dónde se encuentra el tren”.

Los autores, de nuevo utilizan un ejemplo del tráfico, en esta ocasión para explicar el procedimiento de inhibición condicionada estándar.

Domjan y Burkhard (1990, p.103) *“Este procedimiento es análogo a aquellas situaciones en que se introduce un elemento que impide un desenlace que, de otro modo, sería altamente probable. Un semáforo en rojo en un cruce con mucho tráfico es una señal (EC+) de peligro potencial (el EI). Sin embargo, si un policía de tráfico nos indica que debemos cruzar la calle a pesar de la luz roja (quizá porque los semáforos están estropeados), lo más probable es que no tengamos un accidente. Es probable que la luz roja (EC+) unida a los gestos de agente (EC-) no vaya seguida de peligro. Los gestos actúan como un EC- para inhibir o bloquear nuestra vacilación en cruzar la calle a causa de la luz roja”.*

Por último, estos autores aluden a un otro ejemplo del tráfico para ilustrar cómo los efectos de supresión del castigo pueden limitarse a la presencia de estímulos discriminativos.

Domjan y Burkhard (1990, p. 357): *“La persona que administra el castigo sirve también como estímulo discriminativo para el castigo, con el resultado de que la conducta no deseada se suprime sólo mientras esa persona está presente. Un coche de la policía de tráfico es un estímulo discriminativo para el castigo por exceso de velocidad. Es más probable que los conductores obedezcan las normas sobre la velocidad en las zonas donde ven muchos coches de la policía de tráfico que en los tramos de carretera donde no patrulla ninguno”.*

Conclusión

Este artículo pretende ampliar el concepto clásico de conducción esperando que, su mayor comprensión, contribuya a lograr, en la medida de lo posible, la mejora de su ejecución, a partir de la visión de la Ergonomía y la Psicología Cognitiva. Para lograr este objetivo el trabajo se ha articulado en dos grandes apartados.

La primera parte se ha ocupado del análisis que la Ergonomía hace de la conducción, abordando sus temas de siempre, concibiendo al automóvil y a su entorno, como a una máquina más con la que el hombre interacciona. La perspectiva Ergonómica o Factores Humanos, tiene en cuenta la interacción hombre-máquina-entorno. Se pregunta por los criterios de productividad, satisfacción, y estudia, entre otros temas, cómo debe realizarse la selección de personal y el entrenamiento. Analiza las limitaciones del procesamiento y manipulación de información humanos

que nos permitan un manejo seguro y eficaz del vehículo, mientras realizamos la tarea cotidiana de conducción. Plantea la consecución de diseños de carreteras y vehículos que sean 'intuitivos' y/o de acuerdo con el 'modelo mental' y expectativas del conductor. El artículo se centra en el análisis de la Ergonomía Cognitiva más que la Física, aunque los análisis Biomecánicos o Antropométricos son también de gran utilidad.

La segunda parte del trabajo recoge, de forma original, la visión de la Psicología Cognitiva sobre la conducción. Para explicar sus propios procesos y elementos, los psicólogos Cognitivos han venido utilizando ejemplos de conductas, como la conducción. Es posible deducir lo que entienden por conducir los Psicólogos Cognitivos cuando la ponen como ejemplo. Se trata, por tanto, de la construcción de forma indirecta de la definición de conducción a partir de estos ejemplos en términos del procesamiento de la información.

La definición de la conducta compleja de conducir puede enriquecerse a partir del análisis de distintas perspectivas, como la Psicología y la Ergonomía Cognitiva. Sin duda este artículo supone un paso en dicha dirección. Su mejor comprensión dependerá de que:

Se contemplen las limitaciones de procesamiento de información del conductor.

Podamos explicar cómo funcionan los procesos psicológicos implicados en la conducción: percepción, memoria, atención, toma de decisiones, aprendizaje, motivación, respuestas motoras.

Analicemos la interacción hombre-máquina, hombre-vehículo, evaluando en qué medida la conducción responde a los consabidos criterios ergonómicos de satisfacción, confort, seguridad y productividad; selección de personal, entrenamiento, etc.

Conozcamos mejor las subtareas implicadas en la conducción: Aquéllas que se realizan de forma continua como son la tarea de *tracking* o seguimiento manual continuo, por medio del cual el vehículo adapta su desplazamiento a la curvatura de la carretera. Otras que se realizan de forma simultánea e intermitente son la tarea del cambio de marcha y que llegan a automatizarse en parte. Otras, pero no menos importantes, como la adquisición de información del entorno, de los dispositivos del tráfico o del interior del vehículo:

Pensemos en los cambios que se están produciendo en las tareas de navegación. Estas tareas, de componentes geográficos y visuo-espaciales también llegan a ser importantes, sobre todo cuando circula por entornos poco familiares. La llegada de las nuevas tecnologías, como los sistemas de posicionamiento global (GPS) por medio de satélite y la potencia creciente de los ordenadores están revolucionando muchos aspectos del transporte por tierra y aire. Sin embargo, no todo son ventajas y de todos los aparatos que el hombre manipula, y con los que interacciona, el vehículo conlleva que se asuma gran alto riesgo para la vida propia y la de los demás. Este *trade-off* (balance), es uno más de

los que se hallan en la ejecución humana (p.e., el conocido entre tiempo de reacción y precisión; podemos realizar una respuesta rápida a costa de disminuía nuestra precisión). No existe una solución fácil para decidir qué dispositivos son una ayuda o un perjuicio. Sin embargo, es posible crear diseños inteligentes y creativos basándose en el conocimiento acerca de las limitaciones del procesamiento que tienen los humanos.

Tengamos en cuenta al factor velocidad, multiplicador de accidentes. Dado que los desplazamientos se realizan a gran velocidad, los sistemas de información inteligente, influyen en la seguridad en el transporte y sin duda son factores determinantes de una mayor o menor probabilidad de accidentes.

Comprendamos los cambios de los entornos de conducción que cambian dramáticamente, incluso durante el transcurso de una sola jornada, en función de que sea de día o de noche, llueva o sea un día soleado, conduzcamos con tráfico denso o poco tráfico. Sin duda todos estos aspectos producen cambios significativos en la interacción humana con los sistemas del transporte.

Analícemos las distintas situaciones de conducción. Para elaborar nuevas ideas y claras directrices desde la Psicología Cognitiva y los Factores Humanos o la Ergonomía, será también preciso hacer un análisis en términos de las habilidades conductoras requeridas en cada situación de conducción, como el adelantamiento, el aparcamiento, la conducción en autovía o en carretera comarcal. Este un análisis determinará cuáles son los procesos psicológicos de entrada, manipulación de información, salida o metacognición precisos en cada situación de conducción. Esta tarea servirá también para complementar la comprensión de la complejidad de conducir. Queda planteado el reto para el futuro.

Por lo pronto, de este trabajo pueden plantearse recomendaciones y mejoras en el diseño y reelaboración de la concepción de conducción, los vehículos y los entornos del tráfico, teniendo en cuenta fuentes de información de la Psicología y Ergonomía Cognitiva que, a veces, se hallaron dispersas.

Referencias

- Anderson, J.R. (1995): *Learning and memory: An integrated approach*. New York: Wiley & Sons.
- Baddeley, A.D. (1990): *Human Memory: Theory and practice*. Welshpool, Wales: Lawrence Erlbaum Associates.
- Baddeley, A.D.-Lieberman, K. (1980): Spatial working memory. En R. Nickerson (Ed.) *Attention and Performance VIII*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Brown, I. (1982a): Exposure and experience are a confounded nuisance in research on driver behaviour. *Ergonomics*, 14, 345-352.
- Domjan, M.-Burkhard, B. (1990): *Principios de aprendizaje y conducta*. Madrid: Debate.

- Duncan, J. (1990): Goal weighting and the choice of behaviour in a complex world. *Ergonomics*, 33 (10/11), 1265-1279.
- Gibson, J.J.-Crooks, L.E. (1938): A theoretical field-analysis of automobile-driving. *The American Journal of Psychology*, 51(3), 453-471.
- Godthelp, H.-Milgram, P.-Blaauw, T.S. (1983): Driving under temporary visual occlusion. *Proceedings 3rd European Conference on Human Decision Making & Manual Control*, pp. 357-370. Roskilde, Dinamarca.
- Grafman, J. (1995): Similarities and distinctions among current models of prefrontal cortical functions. En J. Grafman, K.J. Holyoak y F. Boller (Eds.). *The structure and functions of the human prefrontal cortex. Annals of New York Academy of Sciences*, 769, 337-395.
- Groeger, J.A. (2000): *Understanding driving*. East Sussex: Psychology Press.
- Keele, S.W. (1968): Movement control in skilled motor performance. *Psychological Bulletin*, 70, 387-403.
- Marcos-Ruiz, R. (1992): Percepción del espacio. En J. Mayor y J.L. Pinillos (Eds.). *Tratado de Psicología General. Vol. 3. Atención y Percepción*. (pp. 119-162). Madrid: Alhambra.
- Michon, J.A. (1985): A critical review of driver behaviour models: What do we know, what should we do? En Evans y R.C Schwing (Eds.). *Human behaviour and traffic safety*. New York: Plenum Press.
- Milán, E. (1999): Percepción. En J. Santiago, F.J. Tornay y E. Milán. *Procesos Psicológicos Básicos*. Madrid: MacGraw Gil.
- Oborne, D.J. (1995): *Ergonomics at Work (3rd edition)*. John Willey y Sons: UK.
- Rogers, R.D.-Monsell, S. (1995): Cost of a predictable switch between simple cognitive tasks. *Journal of Experimental Psychology: General*, 124, 207-231.
- Ruiz-Vargas, J.M. (1991): *Psicología de la memoria (p.87)*. Madrid: Alianza Editorial.
- Sanabria, D. (2002): Estudio de la reconfiguración mental mediante el paradigma de cambio de tarea. Tesina doctoral no publicada.
- Santiago, J.-Tornay, F.J.-Milán, E. (1999): *Procesos Psicológicos Básicos*. Madrid: MacGraw-Gill.
- Schmidt, R.A. (1975): A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. (1982): *Motor control and learning: A behavioural emphasis*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Schneider, W.-Shiffrin, R.M. (1977): Controlled and automatic human information processing I; Detection, search and attention. *Psychological Review*, 84, 1-66.
- Schneider, W.-Dumais, S.T.-Shiffrin, R.M. (1984): Automatic and control processing and attention. En R. Parasuraman y D.R. Davies (Eds.). *Varieties of attention*. London: Academic.
- 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.
- Tornay, F.J. (1999): Percepción. En J. Santiago, F.J. Tornay y E. Milán. *Procesos Psicológicos Básicos*. Madrid: MacGraw Gil.
- Treisman, A.M.-Gelade, G. (1980): A future integration theory of attention. *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Tudela, P. (1992): Atención. En J. Mayor y J.L. Pinillos (Eds.). *Tratado de Psicología General. Vol. 3. Atención y Percepción (pp. 119-162)*. Madrid: Alhambra.
- Underwood, G.-Everatt, J. (1996): Automatic and controlled information processing: The role of attention in the processing of novelty. En O. Neumann y A.F. Sanders (Eds.). *Handbook of perception and action: Vol 3. Attention*. London: Academic Press.

Boletín de Psicología, No. 87, Julio 2006

- Welford,A.T.(1986): Note on the effects of practice on reaction times. *Journal of Motor Behaviour*, 18 (3), 343-345.
- Wickens,C.D.-Hollands,J.G.(1992): *Engineering Psychology and Human Performance*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Wickens,C.D.-Gordon,S.E.-Liu,Y.(1998): *Human Factors Engineering*. New York: Addison-Wesley Longman.
- Zeki,S.(1993): *A vision of the brain*. Oxford: Blackwell Scientific Publications.

Nota: El proyecto de investigación SEJ2004-00551PSIC del Ministerio de Educación y Tecnología, sufraga económicamente esta línea de investigación en Psicología y Seguridad Vial y este trabajo en particular.