

TEMA XXIV

**ATENCIÓN Y PERCEPCION VISUAL DE
SEÑALES DE TRÁFICO**

Luis Nunes

ATENCIÓN A SEÑALES DE TRÁFICO

La función de las señales de tráfico es proporcionar información sobre las condiciones del sistema viario para permitir al conductor anticipar eventos y ajustar su conducta. Lo que se espera del usuario es que atienda a sus mensajes y los interprete adecuadamente, y lo que se espera del sistema de señalización es que sea pertinente.

Paradigmas de Investigación sobre señales

Existen dos grupos de paradigmas de investigación claramente diferenciados: los estudios de laboratorio y los estudios de campo. La investigación de laboratorio se ha centrado en las condiciones necesarias de perceptibilidad relacionadas con la estructura física y el contenido de las señales. Por otra parte, algunos los estudios de campo han apuntado a las cuestiones relacionadas con la distribución de la atención en entornos de tráfico, a la vez focal y dividida y continuamente cambiante, tratando de responder a preguntas sobre la efectividad de la señalización.

Existen varios procedimientos utilizados en la investigación de campo para investigar la conciencia que los conductores poseen de las señales de tráfico, aunque todos tienen sus problemas, pues inevitablemente consisten en hacer inferencias acerca de tal conciencia a partir de la evaluación de respuestas abiertas. Los tipos de procedimientos experimentales y los problemas con ellos asociados han sido caracterizados por Macdonald y Hoffmann (1991).

1. Uno de los métodos más utilizados ha sido el de detener al conductor en un lugar de la carretera y preguntarle sobre las señales que recuerda haber visto en el tramo recientemente recorrido, (Johansson y Rumar, 1966; Johansson y Backlund, 1970; Luoma, 1993; Milosevic y Gajic, 1986; Drory y Shinar, 1982; Shinar y Drory, 1983; Fisher, 1992).
2. Un segundo método consiste en tomar medidas del comportamiento del conductor, especialmente la observación de su velocidad en función de las señales de velocidad existentes (Lajunen, Hakkarainen y Summala, 1996; Häkkinen, 1965; Sremec, 1973; Sumala y Hietamäki, 1984; Fisher, 1992).
3. Un tercer método es el registro de movimientos oculares dirigidos a señales (Luoma, 1991b; Zwahlen, 1981).
4. Otros métodos son más eclécticos y combinan y comparan varios de los anteriores métodos clásicos (Fisher, 1992; Luoma, 1991a; Macdonald y Hoffmann, 1991).

Con estos métodos se ha intentado dar respuestas a varias preguntas relacionadas con la atención a señales: distancia a la que se ven y se miran las señales (Bhise y Rockwell, 1972; Luoma, 1991b; Santos, Pires da Costa y Vasconcelos, 1994), atención a señales por el día y por la noche (Shinar y Drory, 1983), características de las señales o del entorno relacionadas con la mayor o menor atención a ellas (Drory y Shinar, 1982; Johansson y Backlund, 1970; Johansson y Rumar, 1966; Milosevic y Gajic, 1986; Sanderson, 1974;

Sumala y Näätänen, 1974; Undeutch, 1963), diferencias individuales en experiencia de conducir (Häkkinen, 1965; Johansson y Backlund, 1970, Näätänen y Sumala, 1976), en edad (Häkkinen, 1965, Milosevic y Gajig, 1986) o en dependencia / independencia de campo perceptivo (Loo, 1978; Shinar, McDowell, Rackoff y Rockwell (1978). También se han investigado comparativamente los distintos métodos (Luoma, 1991a, 1991b, 1993; Ficher, 1992), así como la correspondencia entre métodos de campo y de laboratorio (Macdonald y Hoffmann, 1991; Santos, Pires da Costa y Vasconcelos, 1994).

LA INVESTIGACIÓN SOBRE PERCEPCIÓN DE SEÑALES DE TRÁFICO EN EL PROGRAMA ARGOS DE LA DGT

La presente investigación es fundamentalmente descriptiva y utiliza el método de registro de movimientos oculares en conducción real. Esta técnica ha sido sin duda la menos utilizada de las arriba citadas, bien por la complejidad técnica inherente al estudio de la mirada en condiciones reales, bien porque el interés en los medios científicos por la señalización tradicional ha resultado relegado en favor de interés creciente por el estudio de los interfaces mas modernos relacionados con las nuevas tecnologías de la información.

En un primer experimento cada participante condujo por un recorrido de unos 125 Km repartidos entre tres tramos de autovía y dos de carretera convencional en la provincia de Madrid. Este recorrido incluía el paso por 12 glorietas y cuatro travesías. Se codificaron las señales existentes en el circuito para analizar las miradas a diferentes tipos de señales y en diferentes lugares.

A los participantes se les pedía que condujesen lo mas naturalmente posible, salvo en algunas ocasiones en las que se les dieron instrucciones expresas para que realizaran ciertas tareas mentales mientras conducían.

En un segundo experimento los participantes, además de conducir, se les pidió que prestaran especial atención a cierto tipo de señales (tenían que ir contando en voz alta ciertas señales en el preciso instante en que las identificaban), y esto en dos clases de vía: carretera y autovía. Esta condición, a su vez, podía estar combinada con una tarea adicional de detección: había que responder apretando un pulsador instalado en el vehículo ante la presencia de unos estímulos luminosos que aparecían en el parabrisas o en el salpicadero (ver esquema de los experimentos. Finalmente, los anteriores supuestos fueron estudiados bajo otras dos condiciones: bien como acaban de ser descritos o bien teniendo que ir pendiente de seguir a un vehículo delantero.

SÍNTESIS DE LOS RESULTADOS MÁS RELEVANTES

GENERALIDADES SOBRE LA ATENCIÓN A LAS SEÑALES

La diversidad de significados y relevancia de las diferentes señales de tráfico, combinada con la variedad de contextos y circunstancias en que estas aparecen es muy amplia. De los análisis realizados resaltamos que las mismas señales producen efectos distintos en lugares distintos. Ello pone de manifiesto el carácter relevante de la consideración del contexto: El concepto de efectividad de las señales cobra sentido cuando se tiene en cuenta la sintaxis de de una determinada configuración de señales. Citaremos como ejemplo de

ello algunos resultados de interés relacionados con el análisis realizado sobre algunos ejemplos.

Señales de velocidad máxima: Los porcentajes de fijaciones oculares en las señales de velocidad son muy variados: Las más miradas fueron, por orden decreciente, las genéricas de velocidad máxima 120 Km/h, (77,8%), las de velocidad aconsejada (72,7%), las limitaciones específicas a 100 Km/h (38,3%) y las específicas menores de 100 Km/h (35,5%). El que las limitaciones específicas resulten menos miradas que las genéricas podría entenderse como una actuación inapropiada de los usuarios ya que las limitaciones genéricas son las que no añaden información adicional frente al conocimiento de la norma general. Por otra parte, las limitaciones específicas suelen encontrarse en contextos más complejos (como por ejemplo glorietas y travesías), donde la mayor necesidad de controlar visualmente la trayectoria de los vehículos y peatones próximos explicaría la menor dedicación de tiempo a observar las señales, comparada con la menor complejidad del escenario vial en el que se ubican muchas limitaciones genéricas, con frecuencia en tramos rectos y despejados de autovía.

Sobre la relación entre mirar una señal y modificar la velocidad los datos sugieren una escasa relación entre las miradas y las acciones concomitantes que se realizan. Mientras que en ciertos lugares las señales de limitación parecen ser efectivas en otros incluso se han verificado aumentos de velocidad tras mirar una señal. Las señales de limitación específica con velocidades inferiores a 100 Km/h muestran toda reducción de velocidad, (sin llegar al

cumplimiento estricto) a pesar de que algunas de ellas son muy escasamente miradas.

Es como si los conductores modificasen su velocidad mas bien en función del propio criterio al observar la carretera y las circunstancias del tráfico y solo escasamente en función de las prescripciones de las señales. Lo mismo puede decirse acerca de las señales de velocidad máxima aconsejada.

Señales de Orientación: Los paneles de orientación sobre la calzada acaparan mucha atención: son mirados prácticamente por todos los conductores, con 4,6 fijaciones por sujeto de media, concentradas en 2,2 miradas. La primera vez que las miran lo hacen a 224 m de distancia. Las señales de orientación en el lateral de la calzada son menos miradas (79% de los sujetos), con una media de 3,2 fijaciones por sujeto, concentradas en 1,7 miradas; la primera vez que las miran lo hacen a 165 m.

El aspecto más destacado de las señales de orientación, de cualquier clase, es la mayor frecuencia y duración de las fijaciones dirigidas a ellas (en cada mirada ocurren en media dos fijaciones consecutivas de cerca de medio segundo cada una), lo que arroja con frecuencia tiempos de mirada ininterrumpida de un segundo o más. Este tiempo se reduce apreciablemente cuando la tarea es seguir a otro vehículo lo cual es lógico: los paneles de orientación tienen un alto valor informativo en conducción ordinaria puesto que son necesarios para tomar decisiones sobre la ruta, (los participantes tenían que buscar esa información para seguir el itinerario), mientras que en la condición de seguimiento esta información la proporciona el vehículo precedente.

Las señales clave para tomar una salida de la autovía están en el lateral de la calzada y son miradas por el 100% de los sujetos, con más fijaciones por mirada y con más miradas que el resto de las señales laterales. La insistencia con que se miran estas señales sugiere que en el momento de tomar decisiones clave sobre el itinerario los conductores buscan reiteradamente la confirmación de que están tomando la salida correcta. Al ser miradas reiteradamente (a veces quizá por exceso de texto o insuficiente tamaño de las letras), estas señales provocan, según se acerca el vehículo a ellas, a miradas cada vez más oblicuas (excéntricas) hacia la derecha, siendo frecuente alcanzar hasta 30 grados de desviación a la derecha. Esto conlleva un riesgo estructural inherente a las señales convencionales situadas en la vía: cuanto más cerca más legibles pero también obligan a miradas más excéntricas: mirando una señal, el conductor reaccionaría más tarde o no percibiría las luces de freno de un posible vehículo delantero. El análisis de la mirada a estas señales pone de manifiesto que el conductor, para resolver cuestiones relacionadas con el recorrido, necesita resolver dilemas inherentes al diseño viario y que afectan a la seguridad, y que no están suficientemente contemplados en las normas sobre señalización.

Distancias de detección e identificación de señales

Distintas señales requieren distancias diferentes para ser identificadas y la atención juega un papel en la distancia de identificación. En el segundo de los experimentos antes citados los conductores recibieron instrucciones para focalizar la atención en ciertas señales: en determinados tramos se le pedía que estuvieran atentos a un determinado tipo de señal e informaran del

momento exacto en que detectaban cada una. Además de la *conducción normal* (sin otro requerimiento que fijarse en las señales objetivo), se probaron otras condiciones en las que, además de fijarse en las señales objetivo los conductores debían seguir a un vehículo delantero (*seguimiento*) o detectar unos estímulos luminosos que se presentaban en diferentes lugares del parabrisas (*detección*), o realizar ambas cosas.

Considerando los rangos de distancias de detección para cada una de las condiciones los resultados indicaron que en *conducción normal* las señales fueron detectadas entre 200 y 142 m. En la condición de *detección* entre 130 y 82 m, en la de *seguimiento* entre 160 y 94 m, y en la de *detección con seguimiento* entre 123 y 66 m. Este resultado confirma que la identificación de una señal se ve retrasada conforme aumenta el número de objetivos relevantes que simultáneamente requieren atención visual,. Es decir, al estimar la ubicación y tamaño de una señal para que sea perceptible, debe tenerse en cuenta que, además de las características físicas de contraste y tamaño, directamente relacionadas con la agudeza visual mínima usada como referencia, la distancia de detección de las señales es también sensible al incremento de carga visual, por ejemplo ante la presencia de tráfico intenso.

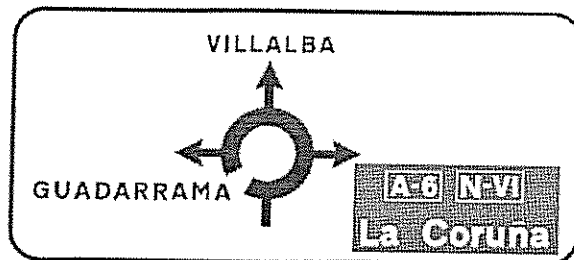
LA APROXIMACIÓN A GLORIETAS

La aproximación a glorietas fue analizada considerando tres fases: (P) *Preaproximación* (150 m antes de la primera señal P-4: intersección con circulación giratoria); (A) *Aproximación* (desde la primera señal hasta la entrada a la glorieta); (G) *Glorieta* (paso por la glorieta misma). Los resultados se basan en el análisis de unas 10.000 fijaciones, 5000 en la fase de preaproximación y

5000 repartidas entre las otras dos fases. En cada fase la velocidad se va reduciendo escalonadamente: 67 Km/h (P), 50 Km/h (A) y 34 Km/h (G).

Los parámetros oculares reflejan algunos datos de interés. La carga atencional reflejada en la *dilatación de la pupila* alcanza un grado máximo en la fase de aproximación y podría ser debida a la conjunción entre la evaluación de la entrada a la glorieta y la lectura de la señal P-200 (croquis de glorieta, ver Fig. 1), su interpretación en función del escenario, junto con la preparación de las maniobras pertinentes para seguir el itinerario. En todas las glorietas la *duración de las fijaciones* se reduce: al existir más objetos y localizaciones que explorar optimizamos el procesamiento visual mirando a más lugares en menos tiempo.

Fig. 1: Señal P-200



El incremento de movimientos horizontales a izquierda y derecha refleja las necesidades obvias de combinar la exploración de las señales con la exploración del tráfico. A pesar de todo, igual que ocurre con las señales de orientación, la inspección ocular de la señal P-200 consume tiempos largos, comprendidos entre 1 y 4 segundos, lo cual es un dato de interés a ser tenido en cuenta al planificar su colocación, dado que refleja el gran consumo atencional ligado a la navegación. En estos lugares, las señales de limitación de velocidad son poco miradas, aun cuando los conductores reducen convenientemente su velocidad.

Es decir, conocido el hecho de aproximarse a una glorieta, la reducción de velocidad se da por entendida como norma genérica, por lo que la señalización específica pierde valor informativo al lado de otros indicios visuales prioritarios en ese momento como los vehículos que circulan por la glorieta, los que circulan en paralelo por la misma vía, los que intentan entrar en la glorieta, las indicaciones sobre la salida que hay que tomar, las marcas viales, etc.

LA APROXIMACIÓN A TRAVESÍAS

Tanto las travesías como las glorietas se caracterizan por ser lugares complejos que exigen una reducción de velocidad y una mayor atención al tráfico. Por otra parte, si la configuración del escenario y la señalización en las glorietas es relativamente variada, la de las travesías es todavía mayor. Se analizaron cuatro aproximaciones a travesías de características muy deferentes en cuanto a entorno, señalización, proximidad de viviendas, densidad de tráfico, etc. La mayor carga atencional y la mayor actividad exploratoria se reflejan en el incremento del *diámetro de la pupila* y el acortamiento de la *duración de las fijaciones* oculares. La velocidad se redujo sistemáticamente, normalmente dentro de los límites establecidos, aun cuando no se aprecia relación entre mirar las señales de limitación de velocidad y la conducta de reducirla. No se reduce diferentemente la velocidad cuando se miran estas señales que cuando se pasan por alto. Posiblemente la existencia de una regla general hace que el valor informativo de estas señales tienda a resultar redundante.

DISCUSION GENERAL

El carácter descriptivo de los resultados de este estudio pone de manifiesto que el conocimiento de la atención a las señales de tráfico nos permite formular preguntas que, si bien no se plantean desde el marco tradicional de la mera "visibilidad", plantean cuestiones relevantes sobre como interactuamos con los sistemas de información en la conducción, y que nos plantean nuevos retos a la hora de hacer un sistema viario mas adaptado a los usuarios.

Tradicionalmente las señales, ubicadas en el exterior, informan de condiciones de la vía, y los paneles de instrumentos informan de condiciones relativas al vehículo. Pero actualmente es posible recibir en el vehículo información sobre la vía, a la vez que señales interactivas ubicadas en la vía nos informan por ejemplo, de la velocidad de nuestro vehículo. La línea divisoria entre el exterior y el interior se desvanece, y el sistema de señalización se inserta en un concepto mas amplio de interfaz hombre-maquina que abarca los diversos sistemas de información y comunicación con los que interactúa el conductor, incluyendo también información no visual, y también, además de la recepción de información, la que el usuario emite activamente mediante diferentes sistemas.

El denominador común de todo sistema de información o comunicación dirigido al usuario es, finalmente, la atención: la utilidad de estos sistemas reside en que el usuario atiende y procese la información pertinente, y naturalmente, en el caso de información visual, la clave de la atención está en la adecuada utilización de la mirada. Sin embargo, y a pesar del alto grado de

desarrollo en la concepción de nuevos sistemas de información, los manuales y requisitos técnicos sobre señalización (ej. norma 8.1-IC sobre señalización vertical, BOE nº25, 29/01/2000), permanecen en un estado primitivo de desarrollo en lo que a la percepción visual se refiere: las normas de señalización se limitan a meras consideraciones físicas de visibilidad y estandarización. Pero la adquisición de información visual y su procesamiento requieren ir más allá del concepto de visibilidad. Todos somos conscientes de problemas de perceptibilidad relacionados con la complejidad del contexto: bien por exceso de señales en un lugar, bien por la presencia de mensajes ambiguos o contradictorios, bien otros motivos, las señales, siendo visibles, son en muchos casos confusas. No obstante los estudios sobre atención visual a las señales de tráfico han sido escasos y escasamente considerados.

Ciertamente, la tecnología trata de facilitar al conductor la accesibilidad de la información relevante en el momento oportuno través de diversos dispositivos y sistemas más o menos sofisticados. Pero el discurso predominante de la ingeniería aplicada al ambiente viario sigue anclada en un modelo hipotético de operador humano excesivamente arcaico: un ser dotado de una cierta capacidad perceptiva (entendida como agudeza visual), una capacidad de reacción (hipotéticamente un tiempo de reacción fijo), y un conjunto preestablecido y limitado de alternativas de respuesta (acciones motoras elementales como apretar un botón o pisar el freno). En definitiva, un ser meramente respondiente dotado de un repertorio conductual menos inteligente que los propios sistemas inteligentes con los que debe interactuar.

En el campo de la visión, pasar de la visibilidad a la mirada significa sustituir un ojo receptor por un ojo buscador. Incorporar la atención en el discurso de la ergonomía es incorporar el carácter propositivo del hombre como buscador activo de información, y ello resulta controvertido, porque bajo este cambio de fundamental paradigma muchas acepciones tradicionales sobre las reacciones humanas resultan obsoletas. Pero identificar la percepción con la mera visibilidad es como no querer ver más allá de nuestros propios ojos, en el sentido literal de la expresión.

La progresiva implantación en la red viaria de los sistemas de señalización variable, así como la creciente integración aplicaciones de sistemas de información y comunicación a bordo de los vehículos ha reavivado la preocupación por las posibles distracciones ocasionadas por los nuevos dispositivos, y también la importancia de los estudios sobre la atención y la mirada aplicada a los sistemas de información en el contexto vial.