

TEMA XXIII

VELOCIDAD Y CARGA ATENCIONAL: EFECTOS DE LA VELOCIDAD EN LA PERCEPCIÓN Y LA ATENCIÓN

Luis Nunes

Introducción

Amen de otras consideraciones de carácter económico y medioambiental relacionadas con el análisis energético y la movilidad en las sociedades del "desarrollo", el motivo fundamental de las limitaciones de velocidad sigue siendo el relacionado con la seguridad y la prevención. En este marco, el estudio de los efectos de la velocidad es un tema controvertido por cuanto, en su discusión, se mezclan consideraciones muy diversas, entre las que se encuentran desde la innegable relación entre mayor energía cinética y mayor lesividad en caso de colisión, a estadísticas generales de accidentalidad en función de la velocidad media del parque de vehículos de toda una red viaria, y consideraciones sobre los límites humanos relacionados con la atención y la capacidad de procesamiento de información por parte de los conductores. Argumentos sobre la fatiga mental producida por el incremento de la información procesada y afirmaciones sobre la pérdida de capacidad de visión periférica, bajo el nombre de "visión en túnel" se esgrimen como argumentos científicamente probados, si bien un análisis detallado sobre base científica de estas consideraciones pone de manifiesto el carácter altamente especulativo de las mismas. La presente exposición presenta algunas aportaciones científicas que clarifican la relación entre velocidad, atención y percepción, a la vez que una discusión sobre implicaciones relacionadas con la práctica de la prevención.

La atención como base fundamental de los límites de velocidad.

Dada la capacidad de vehículos y carreteras para alcanzar y tolerar respectivamente altas velocidades, es indudable que, son las consideraciones relacionadas con las limitaciones humanas las que, a la postre, constituyen la llave única y fundamental de los límites vigentes sobre la velocidad, por ser estos muy inferiores a los impuestos por las características técnicas de los vehículos y las vías. Tales consideraciones tienen una doble vertiente: una estrictamente física, preservar la vulnerabilidad de nuestro organismo frente al impacto, y otra de orden psicológico, prevenir los accidentes evitando los errores que los provocan.

Desde la vertiente psicológica se han sugerido hipótesis explicativas diversas: mientras algunas formulaciones aluden a la inadecuada conciencia del riesgo o a fuertes motivaciones para arriesgarnos, y otras versan sobre nuestra capacidad básica para desempeñarnos en el entorno viario y la probabilidad de cometer errores. Para estas últimas la velocidad se plantea como una cuestión de carácter esencialmente atencional, siendo la hipótesis tradicionalmente invocada la siguiente: la sobrecarga informativa derivada del incremento de información por unidad de tiempo debida a la velocidad se traduce en errores derivados de una percepción deficiente del entorno, así como una reacción tardía o inadecuada. Por ello se concluye que la velocidad no solo afecta a la gravedad de las consecuencias de los accidentes, en virtud de una ley física, sino que incrementa su probabilidad de ocurrencia, en virtud

de una ley psicológica relativa a los límites humanos para el procesamiento de la información.

En lo concerniente a la visión se ha mencionado también el deterioro de la visión periférica, tradicionalmente llamado "visión de túnel" como uno de los efectos de la velocidad, (Mackworth, 1965; Ikeda & Takeuchi, 1975, (Lejeune, 1959; Lorenz, 1971). Trabajos más recientes que abordaron explícitamente la conducta visual en relación con la velocidad resaltan la importancia de las condiciones de tráfico (Bartmann, Spijkers and Hess, 1991), a la vez que otros cuestionan la validez de la hipótesis del deterioro de la visión periférica asociado a la velocidad: Kaiser and Hess (1991), Miura (1990). Pero, a pesar de los resultados que cuestionan la hipótesis del deterioro de las capacidades, continúa fuertemente arraigado un modelo implícito sobre los límites que la velocidad impone al procesamiento de la información basado en la presunción de una relación monótona creciente entre velocidad y carga atencional. También, los resultados de la investigación experimental sobre la velocidad desarrollada en el marco del programa Argos de la DGT cuestionan la validez de esta presunción. Citaremos a modo de ejemplo un experimento sobre la relación entre velocidad y atención visual en circulación real, en el que se estudian los efectos combinados de la velocidad y la complejidad de tráfico y sus repercusiones en la capacidad de detección y discriminación visual.

El experimento se llevo a cabo conduciendo un vehículo experimental en dos autopistas muy diferentes en intensidad de tráfico (AP6 y A51). La velocidad y la complejidad del tráfico fueron las dos variables independientes. La complejidad del tráfico fue evaluada en una escala, considerando la intensidad de circulación y la proximidad de otros vehículos y la complejidad de

las maniobras involucradas. Participaron voluntariamente 14 personas de ambos sexos, con un rango de edad de 23 a 35 años y todas con más de 3 años de experiencia de conducir y agudeza visual normal.

Para evaluar las variables oculares, durante todo el recorrido se registraron las miradas de los participantes mediante un equipo de registro de movimientos oculares convenientemente instalado en el vehículo. Para evaluar las capacidades de detección y discriminación, en cada uno de los escenarios, el participante, además de conducir, debía detectar y reaccionar ante estímulos luminosos presentados en el parabrisas y el salpicadero del vehículo mediante un sistema diseñado al efecto.

Los resultados mostraron que la velocidad produce un efecto de concentración de las miradas sobre la carretera, aunque sin indicios de sobrecarga atencional, pues no se ven afectadas dos variables claves: ni la dilatación de la pupila ni la capacidad de detectar estímulos y seleccionar respuestas. En relación con la capacidad de detección y discriminación el resultado principal es que **no aparecen diferencias significativas en la detección atribuibles a la velocidad**, pero sí diferencias atribuibles a la complejidad de tráfico: con tráfico, por ligero que sea, la detección de estímulos disminuye en torno a un 18%: la existencia de tráfico atrae las miradas y la atención y deteriora la percepción de otros estímulos visuales como los experimentales.

Considerando el análisis de la precisión de las respuestas que los participantes debían dar ante los estímulos visuales detectados entre los estímulos detectados, un 11,4 % recibieron una respuesta errónea en cuanto al carácter lento o rápido de su intermitencia. Ni la velocidad ni el tráfico ni su

interacción produjeron efectos estadísticamente significativos, por lo que podemos concluir que la velocidad no impide el análisis adecuado de las características del estímulo ni la operación cognitiva necesaria para adoptar la decisión de respuesta.

Los dos efectos citados, unidos a otros resultados como fijaciones más largas y movimientos del ojo de menor recorrido, sugieren la adopción de una estrategia activa de reorientación de la atención consistente en retirar lo menos posible los ojos de la carretera.

La falta de dilatación pupilar y la integridad de los procesos de detección de estímulos y respuestas, junto con resultados complementarios, como respuestas más rápidas y no disminución del tiempo de mirada a los estímulos, sugiere que con la velocidad, las funciones atencionales perceptivas no se ven negativamente afectadas, y en el plano atencional y incluso podrían verse favorecidas por un incremento del nivel de activación. Tampoco se produce deterioro en la detección de estímulos periféricos con la velocidad, por lo que no se produce el efecto llamado visión de túnel.

La complejidad del tráfico, por otra parte, sí ha producido todos los efectos esperables de un tipo de procesamiento que consume importantes recursos atencionales y que podría eventualmente generar una sobrecarga de procesamiento: a más tráfico mayor dilatación pupilar, fijaciones más cortas, peor capacidad de detección de estímulos visuales y más errores de respuesta.

Estos resultados resaltan la importancia de la perspectiva de la atención para el análisis del riesgo, toda vez que la consideración de la velocidad como factor aislado adquiere mayor valor explicativo cuando se integra con las condiciones de tráfico mediante el análisis de la conducta visual. El registro de

los movimientos oculares la evaluación de las capacidades de detección y discriminación se muestran como un instrumento válido de análisis para la estimación de la probabilidad de error

Como ha quedado demostrado, la mayor probabilidad de cometer errores de percepción surge en situaciones de mayor complejidad de tráfico (tráfico intenso). En este caso, el valor preventivo de la baja velocidad consistiría en aminorar las consecuencias de un eventual accidente compensando la mayor probabilidad de ocurrencia de fallos. Por otra parte, en ausencia de tráfico o con tráfico escaso, es menos probable que el esfuerzo atencional visual relacionado con el efecto de concentración atribuible a la velocidad llegue a traducirse en sobrecarga informativa o procesamiento visual deficiente. Por otra parte, en las vías rápidas, la escasa estimulación perceptiva asociada a la monotonía de paisaje hace que las velocidades bajas, propicien el descenso del nivel de alerta, aumentan las miradas a objetos irrelevantes, se mira menos a la carretera y también aumenta la probabilidad de distracción interna. Ciertamente, el incremento de carga atencional se relaciona con la probabilidad de error, pero su variación no sigue una ley simple de crecimiento gradual, directamente proporcional a la velocidad.

Cabe esperar que, velocidades suficientemente altas, "in extremis", llegaran a desbordar la atención: el elevado esfuerzo atencional de los pilotos de carreras automovilísticas parece apoyar esta posibilidad. No obstante, cabe asimismo reflexionar sobre los aspectos que explican este esfuerzo: en el pilotaje deportivo, además de los procesos perceptivos que ocupan la mirada existe un componente de esfuerzo atencional muy importante relacionado con la ejecución de la acción misma: la complejidad del control del vehículo en

curvas muy cerradas y condiciones de aceleración extrema, la planificación de la acción con escasísimos intervalos de seguridad. También en este caso la complejidad de las circunstancias parece ser el principal determinante del esfuerzo.

La velocidad, traducida en términos de experiencia visual se concreta en un patrón de flujo óptico consistente en una imagen bidimensional dinámica que se traduce en un movimiento de expansión característico, y que nuestro sistema visual interpreta como mundo tridimensional. Este patrón visual, si bien depende de la velocidad lineal en Km/h, está tan fuertemente condicionado por la presencia de contrastes, objetos y texturas, que, patrones de flujo similares pueden resultar de valores muy diferentes de velocidad lineal y viceversa.

Mientras la velocidad lineal se traduce en un número que permite calcular estrictamente la energía cinética de un móvil, el flujo óptico es un campo vectorial cuya cuantificación se traduce en una variedad multidimensional de matrices de valores estrechamente relacionados con la percepción y la mirada. También, la percepción de la velocidad es asimismo una abstracción conceptual con múltiples facetas. Para que el discurso sobre la velocidad resulte inteligible resulta conveniente profundizar en otros aspectos de interés que afectan a la comprensión de las relaciones entre velocidad y atención.

Velocidad, atención, percepción y acción

El control de la velocidad involucra, al menos, dos planos de la conducta: uno normativo, que supone ajustar la velocidad dentro de unos límites

expresados en Km/h, y uno funcional, que se traduce en decisiones de reducir o aumentar la velocidad en base a la interpretación del espacio circundante, valoración de intervalos de seguridad, predicción de trayectorias y posibles movimientos de otros usuarios, estimación de radios de curvatura, peralte, adherencia del pavimento etc. Independientemente de que la descripción del control funcional resulte susceptible de ser traducida a números, los procesos perceptivos y de decisión que tienen lugar en nuestro cerebro operan al margen de la abstracción matemática de la representación numérica.

Ambos tipos de control requieren atención, pero de forma diferente: si en el primer caso la clave es la inspección del velocímetro, en el segundo caso la clave está en la exploración visual y la interpretación del entorno viario. La imposibilidad de mirar simultáneamente al entorno y al velocímetro impone una alternancia entre ambas fuentes de información. Por otra parte, en el ámbito perceptivo, mientras que ajustarse a una velocidad expresada en términos numéricos invoca el concepto de estimación y ajuste de magnitudes del ámbito de la psicofísica, la adaptación a las condiciones existentes nos remite al concepto de percepción para la acción: el propio proceso perceptivo se configura en función de un plan de acción con significado psicológico, por lo que la percepción no puede tener lugar ni ser descrita independientemente del contexto de acción involucrado.

En el plano de la percepción resulta un error común, incluso entre especialistas, hablar de la percepción de la velocidad como si se tratase de una aptitud psicológica general cuya expresión operativa es la capacidad para estimar velocidades y distancias. Empero, no solo existe abundante literatura científica al respecto que muestra lo contrario, entre la que citamos varios

experimentos realizados en el programa Argos de esta DGT sobre estimación de tiempos de colisión y percepción de velocidad: resulta evidente que la habilidad para estimar la velocidad en Km/h no guarda relación alguna con la habilidad para valorar si hay espacio suficiente para efectuar un adelantamiento, o para anticipar el instante en que el vehículo que conducimos a una velocidad dada, alcanzará un lugar visible en nuestra trayectoria. Dado que los procesos perceptivos involucrados en la percepción del movimiento son múltiples y altamente especializados, el comportamiento del conductor no resulta inteligible mediante un concepto genérico de "percepción de la velocidad" como base explicativa de las acciones de control sobre la velocidad del vehículo.

Por otra parte, dado que ambos modos de control de la velocidad se traducen en un mismo esquema motórico (actuar sobre el acelerador o el freno), existe cierta tendencia a persistir en el error de considerar la percepción de la velocidad como un proceso unificado.

En el plano jurídico, el concepto de "velocidad adecuada para las condiciones existentes" podría dar cabida al concepto de control funcional, al diferenciarlo del concepto de adecuación a los límites reglamentarios, que representaría el control normativo. Pero esta distinción adquiere connotaciones de ambigüedad. La consideración de velocidad inadecuada para las condiciones existentes se emplea cuando se estima que la velocidad influyó en un accidente sin evidencia de haberse superado un límite legal. Se presupone que además de los límites legales las condiciones meteorológicas adversas u otras particularidades del entorno vial hacen que esa velocidad se considere inadecuada. ¿Pero, disponemos de reglas suficientemente definidas para

evaluar la respuesta dada a unas condiciones existentes en particular?. ¿Hasta qué punto es la ocurrencia del accidente la que desencadena el proceso de atribución causal, invocando la hipótesis circular de considerar velocidad adecuada aquella que no hubiera causado el accidente?. Es decir, debemos ser capaces de desarrollar criterios normativos sobre la velocidad que tengan mayor nivel de especificidad y que integren la casuística de las distintas condiciones ambientales, ya sea de carácter meteorológico o circunstancias de la propia dinámica del tráfico. Entre los factores circunstanciales, se encuentra, como elemento de especial relevancia el control del intervalo de seguridad, el cual alude al control funcional de la velocidad.

El control de la velocidad en el seguimiento

Mientras que el velocímetro constituye el referente instrumental para el cumplimiento de los límites de la velocidad, las normas sobre el intervalo de seguridad no se han traducido en la exigencia un instrumento de medida equivalente en los vehículos. En la práctica, controlar el intervalo de seguridad tiene poco que ver con expresiones numéricas de distancia y se traduce en adaptar nuestra velocidad a la del vehículo precedente, y permanecer alerta a sus posibles variaciones, lo cual involucra la atención visual y la percepción del movimiento.

En estas situaciones de seguimiento, en carretera, un 40% de fijaciones oculares se dirigen al vehículo delantero, y la duración media de estas fijaciones es un 10% más larga que las dirigidas a otros objetos. Esta información confirma la idea de sentido común de que ir detrás de un vehículo

exige una importante demanda de atención. Por otra parte, la atención tiene fuertes implicaciones en la capacidad de reacción. Ante una frenada del vehículo precedente, a menor distancia, hay menos tiempo para reaccionar pero también se presta más atención y se responde mas rápidamente, mientras que a mayor distancia, disminuye la atención al vehículo delantero y por ello, se incrementa la probabilidad de retardo en la reacción de frenada. A su vez la alerta al intervalo de seguridad es mayor cuando este presenta cierto grado de fluctuación y tiende a disminuir ante la falta de variabilidad. La mayor seguridad es el resultado de optimizar esta interacción. Pero esto se aleja de la estimación clásica del intervalo de seguridad, partiendo de una distancia de frenada calculada a partir de la velocidad y un tiempo de reacción fijo asignado al componente humano. Para una correcta valoración de la probabilidad de colisión por alcance debemos considerar las implicaciones de la mirada en la atención y la capacidad de respuesta. Por otra parte, el incremento de tiempo dedicado al vehículo delantero se realiza a expensas del tiempo dedicado a otros objetos relevantes, incluida la inspección del velocímetro. En este caso, la situación de seguimiento, constituye un ejemplo en el que las exigencias de control funcional y normativo plantean un dilema a nuestro sistema de atención visual, toda vez que no es posible atender a ambos simultáneamente. El conductor deberá establecer reglas de prioridad sobre a qué atender en qué momento.

Dado que los accidentes por alcance representan un caso típico de accidentalidad relacionada con la distracción, el conocimiento de las relaciones entre la carga atencional, visual o mental y la capacidad de detectar

alteraciones de la velocidad del vehículo delantero constituye una clave de especial interés aplicado.

Apoyos tecnológicos, velocidad y atención

En la progresión hacia el ideal tecnológico de la conducción automática “libre de errores” el concepto de CO-CONDUCCION comienza a resultar de uso común, para referirse al dialogo entre el conductor y un, cada vez más complejo, contingente de sistemas de ayuda que tratan de soslayar limitaciones de nuestros sistemas perceptivos o las de nuestra capacidad para procesar información.

El propósito de algunos de los llamados sistemas de control inteligente de la velocidad es alertar al conductor sobre la ocurrencia de intervalos críticos, o bien, en sus versiones mas evolucionadas, reaccionar automáticamente a las variaciones de velocidad del vehículo precedente. Pero los estudios realizados con los sistemas más avanzados muestran como su eficacia (o escasa inteligencia) esta limitada a un ámbito muy restringido de condiciones de funcionamiento.

El dialogo con tales sistemas plantea nuevos retos a la atención: el conductor, en tanto que sigue siendo responsable de la acción del propio vehículo debe permanecer vigilante ante el tráfico, pero en tanto que delega parte de la tarea de conducir, la necesidad de vigilar la actuación de los sistemas en los que confía puede traducirse en un balance negativo: bien porque vigilar al sistema impone mas esfuerzo que hacer todo el trabajo, bien porque un exceso de confianza en el sistema conduce a la distracción.

Mientras tanto queda, como último eslabón para la salvaguarda de la vida, la prevención del error humano por el hombre, y, en el caso que nos ocupa, el error relacionado con la velocidad. Considerando las posibles combinaciones, velocidad y atención (probabilidad de error), hipotéticamente cabe considerar tres supuestos posibles: a) la velocidad hace aumentar la probabilidad de error, b) la velocidad no afecta a la probabilidad de error, o, por último c) la velocidad hace disminuir la probabilidad de error.

Estas alternativas, formalmente excluyentes entre sí, solo lo son si pretendemos una única respuesta global. Pero, independientemente de que los datos globales se traduzcan en una de las opciones, cabe que se presenten diferentes alternativas en diferentes contextos.

En el primer supuesto, la restricción de la velocidad tendría un balance positivo sobre el número de accidentes, en el segundo caso se reduciría la gravedad de los mismos, y en el tercer caso, el balance resultante sería positivo o negativo dependiendo del grado en que la gravedad de los accidentes quedase compensada por la reducción de su número.

De producirse esta pluralidad de posibilidades surge una pluralidad de medidas más específicas, que finalmente podrían dotar de contenido el concepto de velocidad adecuada a las condiciones existentes. Encontrar la respuesta específica frente a lo específico es verdadera esencia de la gestión inteligente de la velocidad.

