

Estimación de la velocidad de un automóvil mediante coche real e imágenes

Angela Conchillo*, Luis M. Nunes**, Trinidad Ruiz* y M.A. Recarte*

* Universidad Complutense. Madrid.

** Dirección General de Tráfico.

Treinta y seis participantes estimaron la velocidad de un automóvil en dos tareas, vehículo y vídeo, utilizando once velocidades estímulo, desde 40 a 140 km/h, y el método de estimación de magnitudes. Mediante un diseño (Tarea x Velocidad) x Experiencia x Sexo se ha estudiado el efecto de estas variables sobre la percepción de la velocidad. Los resultados muestran un efecto estadísticamente significativo de la velocidad y de su interacción con la tarea sobre los errores de estimación, mientras que no lo hay para ninguna de las dos variables intersujetos. La tendencia de los errores a través de las velocidades es diferente para ambas tareas: en la prueba con vehículo se produce una infraestimación general que disminuye con el incremento de la velocidad, mientras que para el vídeo se sobrestima en las velocidades bajas y medias, y se infraestima en las altas. Ambas tareas muestran una gran consistencia interna, $r = 0.87$ y $r = 0.88$, para el vehículo y vídeo, respectivamente. La capacidad predictiva de la prueba del vídeo respecto de la del vehículo es alta, $r = 0.90$, usando como medida la velocidad estimada, pero se reduce a 0.29 al utilizar el error de estimación. Estos resultados se analizan desde la perspectiva de las habilidades de los sujetos.

Palabras clave: Percepción de la velocidad, estimación de velocidad, simulación de velocidad.

* Esta investigación ha sido financiada por la Dirección General de Tráfico y presentada en el *II Congreso Iberoamericano de Psicología*. Dirección postal: Angela Conchillo. Facultad de Psicología. Campus Somosaguas, 28223 Madrid. Tf. 91 394 3063 ; Fax. 91 394 3189; E-mail: conchillo@sis.ucm.es

Los estudios sobre conducción de automóviles presentan diversas vertientes que abarcan aspectos relacionados con la fatiga (Chapman, Ismail, y Underwood, 1997; Galley, Adrés y Reitter, 1997), el alcohol y la conducción (Albery y Guppy, 1995; Salvatore, 1975), la accidentabilidad (Simon y Corbett, 1996) y otros más centrados en los procesos perceptivos y atencionales involucrados en la conducción. Entre estos últimos, la atención a señales (Fisher, 1992; McDonald y Hoffman, 1991; Recarte, Nunes y López, 1997; Summala y Hietamaki, 1984), la percepción del tiempo de colisión (Berthelon, Mestre y Nachtergaele, 1997; Groequer y Cavallo, 1991; Recarte, Nunes y Lilo, 1996) y la percepción de la velocidad, a grandes rasgos, son tres grandes bloques que han recibido la atención de los investigadores.

En relación a la percepción de la velocidad, aún cuando los conductores miren con más o menos frecuencia al velocímetro durante la conducción, el control de la velocidad se realiza, en amplios periodos de tiempo, sobre la base de una apreciación subjetiva de la misma. Por ello, junto a la comprensión de los procesos básicos y neurológicos implicados en la percepción del movimiento, también tiene un interés aplicado el conocimiento del modo como los sujetos realizan esta estimación de la velocidad, aún cuando éste sea meramente descriptivo. Denton (1966), Evans (1970 a, b), Milosevic (1986), Otha y Komatsu (1991) y Triggs y Berenyi (1982) llevaron a cabo investigaciones en esta línea siguiendo paradigmas experimentales diferentes. Así, Denton (1966) utilizó un método de ajuste a una velocidad, mientras que el resto de los autores mencionados siguieron el método de estimación de magnitudes, con variantes entre ellos. En relación con los errores de estimación parece que la mayor parte de los estudios coinciden en afirmar que los sujetos tienden a infraestimar la velocidad, y que el error está modulado por la velocidad y por la ausencia/presencia de ciertas claves perceptivas.

Recarte y Nunes (1996) llevaron a cabo una investigación con dos experimentos, uno de estimación de velocidad y otro de ajuste a una velocidad con el acelerador, con el objeto de contestar varias cuestiones implicadas en la apreciación subjetiva de la velocidad: si el error de estimación es el mismo, en magnitud y sentido, usando el método de estimación y el de ajuste; en qué forma los errores de estimación varían con las velocidades; cuál es la función psicofísica; qué consistencia tienen las estimaciones, y algunas otras cuestiones en relación a las posibles diferencias entre sujetos con y sin experiencia en conducción, y entre sexos. Para ambos experimentos los resultados fueron muy consistentes, indicando que ambas tareas, estimación y ajuste, pueden ser explicadas por un mismo proceso perceptivo. Esta conclusión está avalada por los siguientes resultados: a) en la tarea de estimación el error es por defecto, es decir los sujetos infraestiman la velocidad, y en la de ajuste por exceso, es decir, se sobreajusta la velocidad, b) prescindiendo del signo del error, al aumentar la velocidad la magnitud del

error disminuye con un efecto muy simétrico en ambas tareas; c) las funciones psicofísicas reflejan este efecto simétrico, y así, la función potencial en la prueba de estimación tiene un exponente que es el inverso del de la prueba de ajuste, 1.5 y 0.7, respectivamente; d) los sujetos fueron muy consistentes en ambas tareas, la correlación entre los errores de estimación fue 0.84 y 0.94, para la estimación y el ajuste, respectivamente, y la correlación entre ambas tareas fue -0.87. En cuanto a las variables de los sujetos, sólo la experiencia produjo diferencias estadísticamente significativas en la tarea de ajuste.

En otra investigación Recarte, Conchillo y Nunes (1996) estudiaron en dos experimentos el ajuste de la velocidad a un incremento: en uno de ellos el ajuste fue diferencial (incrementar ± 20 Km/h, ± 40 Km/h), en el otro el ajuste fue proporcional (doblar o reducir a la mitad la velocidad del coche). En ambas tareas los sujetos realizaron un cambio menor que el solicitado, pero en la tarea de ajuste por diferencias los sujetos cometieron menos error. En relación al sentido de la aceleración, acelerar/decelerar, el error fue mayor al decelerar que al acelerar, es decir los sujetos produjeron un cambio menor decelerando que acelerando, aunque este efecto sólo fue estadísticamente significativo en la tarea de ajuste proporcional. Las bajas correlaciones obtenidas parecen indicar que ambas tareas implican procesos perceptivos distintos y que la tarea de doblar o fraccionar es más difícil que la de aumentar o disminuir la velocidad en una magnitud dada.

En otra vertiente, algunas investigaciones se han orientado a la percepción del movimiento en contextos menos naturales, utilizando imágenes o puntos en movimientos en una pantalla (Algom y Cohen-Ratz, 1984, 1987; Wtamauniuk & Duchon, 1992) o simuladores (Groeger, Castern y Blana, 1997; Leisser, Stern y Mayer, 1991). Los paradigmas experimentales, tanto en relación al tipo de tarea, como a los estímulos utilizados, son tan diversos que resulta difícil comparar los resultados de estos estudios entre sí, y todavía más complicado relacionarlos con aquellos otros realizados con vehículo.

La dificultad señalada en cuanto a la comparación de resultados de los estudios realizados con simulación y con vehículo real nos lleva a cuestionar si las conclusiones extraídas a partir de los primeros son válidas para los segundos, y si, a partir de la ejecución en pruebas con simulación, se pueden realizar predicciones hacia la ejecución en pruebas con vehículo. La investigación presente aborda estas cuestiones planteándose como objetivo general el de investigar la relación entre la percepción de la velocidad en una prueba con vehículo y en un vídeo de la misma. Como objetivos específicos nos planteamos: a) analizar si las estimaciones de la velocidad se ven afectadas por el tipo de tarea, vehículo y vídeo; b) estudiar si la experiencia en conducción de automóviles y el sexo influye en las estimaciones de la velocidad; c) averiguar si ambas tareas implican las mismas habilidades, de

forma que se pueda predecir la ejecución en la prueba con vehículo a partir de la del vídeo.

MÉTODO

Participantes La muestra estuvo constituida por treinta y seis sujetos, distribuidos en cuatro grupos por sexo y experiencia de nueve sujetos cada uno, con edades entre 20 y 30 años. Los sujetos fueron, en su mayoría, estudiantes finalizando la carrera y algún licenciado. Todos ellos tenían una visión normal, con o sin lentes correctoras, y para motivar su participación se les gratificó con una pequeña cantidad de dinero.

Aparatos y materiales Se usó el vehículo experimental, Citroën BX GTI, desarrollado por Dirección General de Tráfico dentro del programa ARGOS, con un equipamiento especial que permite diversos registros. La prueba con vehículo se realizó en el circuito que la Dirección General de Tráfico tiene en el I.N.T.A., que consiste en un anillo circular de 455m. de radio y 2.859m. de longitud, con ausencia de tráfico.

Para prueba de vídeo se utilizó una cámara de 901, un magnetoscopio U-Matic, y un monitor Sony de 20 pulgadas. La administración de esta prueba se realizó en el Laboratorio de Medios Audiovisuales de Facultad de Psicología (UCM).

Diseño Se manejaron dos variables intersujetos, *Experiencia x Sexo*, y dos intrasujeto, *Tarea y Velocidad*. La experiencia tuvo dos niveles: sujetos con experiencia (más de 2 años con permiso de conducir y conducción efectiva) y sujetos sin experiencia (sin permiso de conducción). Hubo dos tipos de tareas: vehículo (conducción real) y vídeo. El rango de las velocidades fue desde 40 Km./h. a 140 Km/h, con un incremento de 10 Km/h. El diseño, por tanto, es: *Experiencia (2) x Sexo (2) x (Tarea (2) x Velocidad (11))*.

Procedimiento Se realizaron dos ensayos de estimación por cada velocidad en cada una de las tareas. Tanto las tareas como las velocidades fueron convenientemente contrabalanceadas. Previo a los ensayos de estimación se presentaron dos estímulos estándar, en los cuales el sujeto fue informado de la velocidad del coche, 70 y 100 Km./h.

Para la realización de la prueba con vehículo, el sujeto se sentó en el asiento delantero derecho, junto al conductor. Se explicaba al sujeto cuál era la tarea que tenía que realizar y, a continuación, se realizaban los dos ensayos de entrenamiento. En cada ensayo el conductor alcanzaba la velocidad estímulo unas veces acelerando y otras decelerando, y mantenía constante la velocidad durante unos nueve segundos, haciendo sonar el claxon al comienzo de ese

periodo. La tarea del sujeto consistió en emitir una respuesta verbal después de la señal del claxon diciendo la velocidad del coche y pulsar un botón al mismo tiempo. Tras realizar los dos ensayos de entrenamiento el conductor ponía el coche a 70 y 100 Km/h, contrabalanceando el orden, e informaba al sujeto de la velocidad del coche y se procedía a pasar una serie con once ensayos experimentales, uno por velocidad. Se repetía la presentación de los estímulos estándar y se pasaba una segunda serie con las once velocidades en el orden inverso al de la primera serie. Esta tarea tuvo una duración aproximada de 30 minutos.

Para la tarea del vídeo se realizó una filmación en el mismo circuito en que se realizó la prueba con vehículo. La cámara estaba fijada al techo dentro del coche con el objetivo a la altura de los ojos del acompañante. La escena comprendía el marco de la ventana delantera, parte del volante, el espejo retrovisor y parte del techo, proporcionando la impresión de estar sentado dentro del coche. Se editaron varias cintas con las once velocidades, precedidas de los dos estímulos estándar.

Para la realización de esta prueba el sujeto aproximadamente a 1 m. de distancia del monitor, y el experimentador detrás de él a su derecha. Se le pasaba una cinta con las instrucciones generales para realizar la tarea y dos ensayos de entrenamiento. A continuación se pasaban las dos series con los once ensayos experimentales. El procedimiento seguido para emitir la respuesta fue el mismo que en la prueba con vehículo: cada ensayo era una secuencia de 9 seg. de duración con el coche circulando a velocidad constante, y a los 5 seg. aparecía una señal acústica que indicaba al sujeto que debía decir la velocidad. En todos los ensayos el sujeto emitía su respuesta estando presente la escena del coche circulando, para evitar efectos de memoria. La duración de esta prueba fue de 22 min. aproximadamente.

RESULTADOS

Los resultados se presentan en los apartados siguientes: análisis de los errores de estimación, psicofísica de la velocidad, fiabilidad de las estimaciones, y relación entre las dos tareas, vehículo y vídeo.

Análisis de los errores de estimación

Para analizar los errores de estimación se ha realizado un ANOVA *Sexo x Experiencia x (Tarea x Velocidad)*. No se observó un efecto estadísticamente significativo de ninguna de las dos variables intersujetos, el sexo y la experiencia, ni tampoco de su interacción. En cuanto a las variables intrasujeto, no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos tareas, vehículo e imagen, pero sí lo fueron en función de la velocidad, $F(3,28,320) = 11.92$; $p < 0.001$, con una gran potencia para este contraste, 1-

$\eta^2=1$; $\eta^2=0.271$. Igualmente resultó estadísticamente significativa la interacción *Tarea x Velocidad*, $F(4.40,320)= 24.73$; $p<0.001$; $\eta^2=1$; $\eta^2=0.463$, (en ambos contrastes los g.l. fueron corregidos por el factor épsilon de Greenhouse-Geisser). No fueron estadísticamente significativas ninguna de las interacciones de las variables intersujetos con las variables intrasujeto.

En la tabla 1 se presentan las medias y las desviaciones típicas de los errores de estimación en función de la *Tarea* y la *Velocidad*.

Tabla 1. Media (M) y Desviación Típica (DT) del Error de Estimación en función de la Tarea y la Velocidad (n=1584).

		TAREA					
		Vehículo		Imagen		Total	
		M	DT	M	DT	M	DT
VELOCIDAD	40	-4.43	12.07	1.40	10.98	-1.52	11.86
	50	-5.15	12.37	2.99	11.71	-1.08	12.68
	60	-2.98	13.73	1.25	11.92	-0.87	12.99
	70	-0.20	11.60	6.32	12.67	3.06	12.54
	80	-2.36	13.53	4.44	13.01	1.04	13.69
	90	-1.68	11.38	3.13	14.59	0.72	13.26
	100	0.24	12.12	2.15	12.18	1.20	12.15
	110	-0.40	11.55	-7.36	11.47	-3.88	11.99
	120	-0.15	14.47	-10.48	10.62	-5.32	12.67
	130	-0.00	15.81	-14.65	12.05	-7.33	15.82
Total	140	0.64	16.88	-14.58	12.30	-6.97	16.58
		-1.50	13.40	-2.31	14.25	-1.90	13.83

Observando las medias marginales, podemos ver que en las velocidades bajas y medias el error está próximo a 0, mientras que en las velocidades altas se produce una mayor infraestimación. Al considerar los errores por tareas, vemos que el comportamiento de los mismos es diferente en la prueba con vehículo y en el vídeo. En esta última se produce una ligera sobreestimación en velocidades bajas y una infraestimación más acusada en

las altas (110-140 Km/h). En la prueba de vehículo se observa cierta infraestimación en las velocidades bajas, que desaparece, aproximándose el error a cero, al aumentar la velocidad. En la figura 1 se puede observar la tendencia de los errores que acabamos de mencionar.

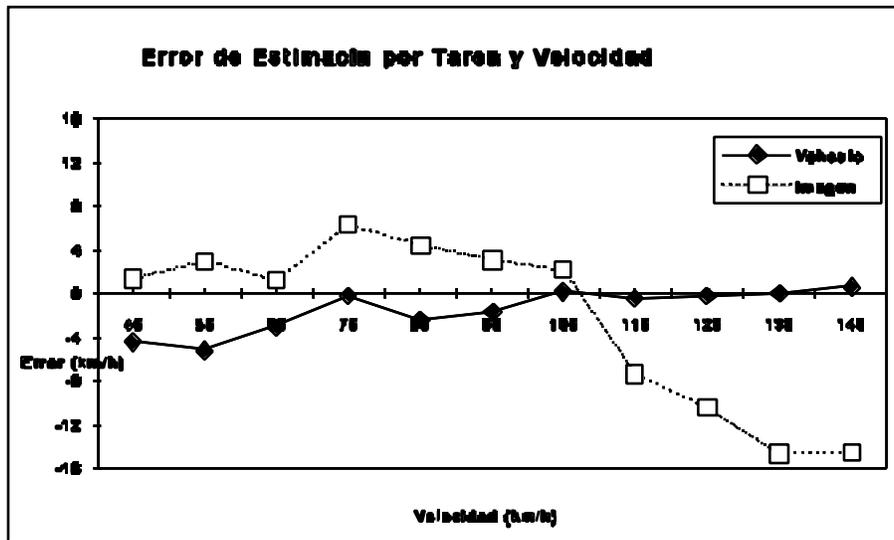


Fig. 1. Medias de los errores de estimación por Tarea y Velocidad.

Psicofísica de la velocidad

Para cada tarea se realizó el ajuste entre la velocidad estimada y la velocidad real, mediante las funciones lineal, logarítmica y potencial.

Para la prueba con vehículo, las funciones ajustadas fueron:

Lineal $Ve = -6.15 + 1.05 Vr$ $r^2 = 0.86$

Logarítmica $Ve = -289.08 + 85.24 (\log Vr)$ $r^2 = 0.84$

Potencial $Ve = 0.51 (Vr)^{1.14}$ $r^2 = 0.82$

donde

Ve es la velocidad estimada

Vr es la velocidad real

Como se puede observar, las tres funciones proporcionan un ajuste bastante similar, aunque la lineal presenta el mejor de ellos, con un porcentaje de la varianza explicada de la velocidad estimada del 86 %. Le sigue la función logarítmica y después la potencial.

Para la prueba con vídeo, las funciones ajustadas fueron:

Lineal	$Ve = 15.34 + 0.80 Vr$	$r^2 = 0.80$
Logarítmica	$Ve = -205.36 + 66.15 (\log Vr)$	$r^2 = 0.81$
Potencial	$Ve = 1.61 (Vr)^{0.89}$	$r^2 = 0.77$

En este caso la función logarítmica es la que presenta un mejor ajuste (81 % de varianza explicada), aunque tampoco existen diferencias importantes con la función lineal (80 %) y potencial (77 %).

Fiabilidad de las estimaciones

Dado que para cada velocidad se realizaron dos ensayos de estimación, se ha podido calcular la fiabilidad de las estimaciones correlacionando las dos mitades respectivas a cada ensayo. Para todo el experimento $r = 0.91$ ($n=792$), y considerando por separado ambas pruebas, para el vehículo $r=0.92$ ($n=396$), y para la prueba con imagen $r=0.90$ ($n=396$) indicando una gran estabilidad de los sujetos al estimar en todos los casos. Ahora bien, la fiabilidad calculada de esta manera se incrementa y, en gran medida, el valor de la correlación está explicado por la varianza de las velocidades estímulo. Pero si se trata de averiguar consistencia de los sujetos al estimar, considerando la estimación de la velocidad como una habilidad individual, deben tomarse como medida los errores de estimación en vez de las velocidades estimadas, eliminando así el efecto debido a la variabilidad de las velocidades (40-140 Km/h). Por ello, se dividió cada prueba en dos mitades, formadas, respectivamente, por las velocidades pares y las impares, y se tomó una única medida de error por sujeto. En este caso la correlación entre ambas mitades para la prueba con vehículo fue 0.87 ($n=36$), y para la prueba de imagen 0.88 ($n=36$), lo que indica una gran consistencia de los sujetos en su forma de estimar dentro de cada una de las pruebas.

Relación entre las pruebas

Por último, se analizó la relación entre las pruebas, vehículo y vídeo, tratando de averiguar el valor predictivo de una prueba con respecto a la otra. Para ello se han obtenido los ajustes mínimos cuadráticos entre la ejecución con el vídeo y con el vehículo. De las funciones ajustadas (lineal, logarítmica y potencial), la lineal fue la que proporciona el mejor ajuste: $VEv = 1.13 VEi - 10.18$, donde,

VEv es la velocidad estimada en la prueba con vehículo.

VEi es la velocidad estimada en la prueba con imagen.

Par este ajuste $r^2 = 0.80$, lo que representa un gran valor predictivo de una prueba con respecto a la otra.

Ahora bien la correlación de los errores entre ambas pruebas desciende dramáticamente a 0.28 ($n=36$), lo que indica que la consistencia intra prueba antes mencionada no se produce a través de las pruebas.

DISCUSIÓN

Dado que en esta investigación utilizó el mismo vehículo y escenario (circuito) que en la de Recarte y Nunes (1996) y en Recarte, Conchillo y Nunes (1996) nuestros resultados serán discutidos esencialmente en relación a los obtenidos en estos trabajos. Un resultado que es sólido, que se repite en otras investigaciones, es que los sujetos infraestiman la velocidad en la prueba con vehículo (Evans, 1970; Milosevic, 1986, Recarte y Nunes, 1996; Trigg y Berentyi, 1982), aunque la magnitud de la infraestimación es bastante mas baja en nuestro estudio, casi cero al considerarla globalmente para toda la prueba (-1.5 Km/h), especialmente si la comparamos con la obtenida por Recarte y Nunes (-14.8). La disminución del error, en relación a los resultados de estos autores, se puede explicar por el hecho de que en nuestro caso los sujetos tuvieron un referente para estimar al ofrecer dos estímulos estándar (70 y 100 Km/h) previos a cada serie de ensayos experimentales. Sin embargo, observando las medias en la tabla 1, la tendencia de los errores es la misma que en el estudio de Recarte y Nunes: mayor infraestimación en las velocidades bajas y disminución del error, acercándose a cero, al aumentar la velocidad. Debemos señalar que, mientras Recarte y Nunes utilizaron sólo cuatro velocidades (60, 80, 100 y 120 Km/h), en nuestro caso el rango y el número de velocidades fue mayor (desde 40 a 140 Km/h). Para la prueba con vídeo, aunque también se produce una infraestimación global (-2.31 Km/h), sin embargo, la evolución de los errores con la velocidad sigue un patrón muy diferente a la prueba con vehículo: en la velocidades bajas los sujetos realizan estimaciones más aproximadas a la velocidad real, y el error que se comete es por exceso, mientras que en las altas (a partir de 110 Km/h) el error es por defecto y aumenta con la velocidad. El comportamiento diferencial de los errores en ambas pruebas avala la interpretación de que las claves auditivas son las responsables de la disminución del error en las velocidades altas. Así la prueba con vídeo, donde estas claves están ausentes, se produce un aumento del error (infraestimando) en las velocidades altas. El patrón de errores encontrado en nuestro estudio para la prueba con vehículo y con imagen es muy similar al encontrado por Milosevic (1986) utilizando dos condiciones experimentales con vehículo: con ruido normal y con reducción grande del mismo. En esta última condición el error aumentó, apareciendo una mayor infraestimación en las velocidades más altas (este autor usó el mismo número de velocidades que nosotros pero desplazando el rango de las mismas, desde 20km/h hasta 120 Km/h). También, Evans (1970b) encontró una aumento del error en las velocidades altas en un experimento utilizando también el vídeo de un coche, y este resultado fue similar al encontrado en una condición con vehículo en la que el sujeto no podía oír el ruido del coche (Evans, 1970b). Este autor concluyó que la tarea de estimación de la velocidad de un coche en un vídeo mudo es equivalente a la de estimación con vehículo impidiendo que el sujeto oiga el ruido del

mismo. Una interpretación razonable de este fenómeno es que, en ausencia de otras claves diferentes de las visuales, los sujetos no tienen elementos diferenciadores de la velocidad y adoptan decisiones conservadoras en la estimación, generando una regresión hacia la media. Esta regresión, sin embargo, en nuestro caso, no apareció en las velocidades bajas y ello puede estar relacionado con las estrategias que los sujetos siguieron para estimar la velocidad. Al terminar el experimento se les preguntó por las mismas y, en el caso de la prueba con vídeo, los sujetos señalaron que fue muy difícil apreciar la diferencia en las velocidades próximas, y que, generalmente, trataron de contar las líneas discontinuas del suelo del circuito. Si ello es así, la incertidumbre generada por la ausencia de claves auditivas se vería razonablemente compensada por el hecho de que los sujetos tuvieron tiempo de contar, y así diferenciar entre una velocidad y otra; pero en las velocidades altas esta estrategia no fue posible por la rapidez con que las líneas desaparecían, realizando, entonces, estimaciones conservadoras.

Las funciones psicofísicas avalan esta mayor incertidumbre al estimar con imágenes, vemos que el error cometido en la prueba con vehículo es menor que en la del vídeo en cualquiera de las tres funciones ajustadas (lineal, logarítmico y potencial). El ajuste lineal obtenido, $r^2 = 0.80$, fue sensiblemente mejor que el obtenido por Recarte y Nunes en la prueba de estimación numérica, $r^2 = 0.70$. Como ya se ha señalado, la presencia de los estímulos estándar en nuestra investigación puede explicar razonablemente esta mejora de las estimaciones con respecto al estudio de los autores mencionados.

No se encontraron diferencias por sexo ni por experiencia en los errores de estimación. Tampoco la interacción entre ellas o con las variables intrasujeto, tarea y velocidad, alcanzó a ser estadísticamente significativa, lo que replica el resultado obtenido por Recarte y Nunes en la prueba de estimación, avalando la explicación de que la estimación de la velocidad se rige por un proceso básicamente perceptivo en el que no intervienen aspectos de aprendizaje o experiencia.

En relación con el objetivo c) de nuestro trabajo: c) averiguar si ambas tareas implican las mismas habilidades, de forma que se pueda predecir la ejecución en la prueba con vehículo a partir de la del vídeo, vemos que la capacidad predictiva de una prueba respecto a la otra es muy alta, $r = 0.90$, con una pendiente próxima a la unidad, 1.13. Por tanto podemos decir que una tarea podría sustituir a la otra, con gran simplificación de recursos económicos siempre que se trate de predecir la velocidad de un vehículo en un rango amplio de velocidades, y no tanto en determinar habilidades individuales de los sujetos. Puestos en este último caso, lo adecuado no es correlacionar las velocidades estimadas a partir de ambas pruebas, sino los errores de estimación. De esta forma se elimina la variabilidad de las estimaciones que está explicada por la variabilidad de las velocidades reales, y

la correlación nos indicaría el grado de consistencia de las estimaciones, tomando la habilidad para estimar como un rasgo de los sujetos. La correlaciones de los errores dentro de cada prueba son muy similares y bastante altas, 0.87, y 0.88, para la prueba con vehículo y vídeo, respectivamente. Debemos observar que para calcular estas correlaciones se ha tomado una única medida de error por sujeto, lo que indica que la habilidad para estimar es un rasgo muy estable de los sujetos. Esta gran consistencia en el estilo de estimar de los sujetos replica los resultados obtenidos por Recarte y Nunes, $r = 0.92$ para la tarea de estimación y $r = 0.94$, para la de ajuste. Sin embargo cuando la tarea fue de ajuste a un incremento (Recarte, Conchillo y Nunes, 1996) estas correlaciones intra prueba descendieron drásticamente, indicando que esta tarea implica procesos perceptivos diferentes a la de estimación y ajuste de velocidad. De igual modo, al comparar la ejecución entre el vídeo y el vehículo desde esta perspectiva aptitudinal, vemos que la correlación entre los errores de estimación entre ambas pruebas sólo alcanza a ser igual a 0.28, indicando que ambas tareas no son intercambiables desde el punto de vista de los procesos perceptivos implicados en las mismas.

Concluyendo, tanto la estimación con vehículo como con vídeo, son tareas muy consistente, lo que indica que las habilidades implicadas en cada una de ellas son rasgos estables de los sujetos. Ahora bien, ambas tareas no son tareas equivalentes. Así, lo prueban el comportamiento diferente de los errores de estimación en cada una de ellas y la baja correlación entre los mismos.

ABSTRACT

Thirty-six participants estimated the speed of an automobile in two tasks, vehicle and video, using eleven target speeds, ranged from 40 kph to 140 kph, and the magnitude estimation method. Using a (*Task x Speed*) x *Experience* x *Sex* design, authors studied the effect of these variables on the estimation errors. The two within-subject variables and their interaction presented an statistically significant effect on errors, but none of the between-subjects variables show such an effect. Errors displayed a different trend in vehicle and video task: a general underestimation is produced in the first one, that decrease as increasing the speed whereas in the second one, an overestimation is exhibited at lower and middle speeds, and an underestimation at higher ones. The split-half correlation was 0.87 for vehicle, and 0.88 for video, indicating that both tasks are strongly consistent. Using as measure the estimated speed, the video task was a good predictor of the vehicle task, $r=0.90$, but, using the estimation error, this correlation decreased to 0.29. Results are discussed from the individual skills viewpoint.

Key words speed perception, speed estimation, simulated speed.

REFERENCIAS

- Albery, I.P. & Guppy, A. (1995). The interactionist nature of drinking and driving: a structural model. *Ergonomics*, 38, 9, 1805-1818.
- Algom, D. & Cohen - Raz, L. (1984). Visual velocity input-output functions: The integration of distance and duration onto subjective velocity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 10, 486-501.
- Algom, D. & Cohen - Raz, L. (1987). Sensory and cognitive factors in the processing of visual velocity. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 13, 3-13.
- Berthelon, C., Mestre, D. & Nachtergaele, C. (1997). Road environment and visual anticipation of a collision during self-motion. In G.A. Gale et al. (Eds.). *Vision in Vehicles VII*. Amsterdam: Elsevier
- Chapman, P., Ismail, R. & Underwood, G. (1997). Waking up at the wheel: accidents, attention, and the time gap experience. In G.A. Gale et al. (Eds.). *Vision in Vehicles VII*. Amsterdam: Elsevier
- Denton, G.G. (1966). A subjective scale of speed when driving a motor vehicle. *Ergonomics*, 9, 203-210.
- Evans, L. (1970a). Speed estimation for moving automobile. *Ergonomics*, 13, 219- 230.
- Evans, L. (1970b). Automobile-speed estimation using a movie simulation. *Ergonomics*, 13, 231- 237.
- Fisher, J. (1992). Testing the Effect of Road Traffic Signs' Informational Value on Driver Behavior. *Human Factors*, 34, 2, 231-237.
- Groeger, J.A. & Cavallo, V. (1991). Judgements of time-to-collision and time-to-coincidence. A.G. Gale et al. (Eds.) *Vision in Vehicles III*. Amsterdam. Elsevier.
- Groeger, J.A., Carsten, O.M., & Blana, E. (1997). Speed and distance estimation under simulated conditions. In G.A. Gale et al. (Eds.). *Vision in Vehicles VII*. Amsterdam: Elsevier.
- Galley, N., Andrés, G., & Reitter, E. (1997). Drivers' Fatigue as Identified by Saccadic and Blink Indicators. In G.A. Gale et al. (Eds.). *Vision in Vehicles VII*. Amsterdam: Elsevier
- McDonald, W. A. & Hoffman, E. R. (1991). Driver's awareness of traffic sign information. *Ergonomics*, 34, 5, 585-612.
- Milosevic, S. (1986). Perception of vehicle speed. *Revija za Psihologiju*, 16, 11-19.
- Otha, H. & Komatsu, H. (1991). Speed Perception in driving- comparison with TV observation. In G.A. Gale et al. (Eds.): *Vision in Vehicles III*. Amsterdam: Elsevier.
- Recarte, M.A. y Nunes, L. (1996). Perception of Speed in an automobile: Estimation and Production. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2, 4, 291-304.
- Recarte, M.A., Conchillo, A. & Nunes, L.A. (1996). Percepción y ajuste de incrementos de velocidad en automóvil. *Psicológica*, 17, 441-454.
- Recarte, M.A., Nunes, L.M. & López, R. (1997). Effects of two different mental tasks in visual search behaviour while driving. In G.A. Gale et al. (Eds.). *Vision in Vehicles VII*. Amsterdam: Elsevier
- Recarte, M.A., Nunes, L.M. & Lillo, J. (1996). Estimation of time to arrival in a real vehicle and in a simulation task: effects of sex, driving experience, speed and distance. In G.A. Gale et al. (Eds.). *Vision in Vehicles VI*. Amsterdam: Elsevier
- Salvatore, S. (1975). Response speed as a function of sensory pattern and alcohol in a velocity judgment task. *Ergonomics*, 18, 491- 502.

- Simon, F. & Corbett, Corbett, C. (1996). Road traffic offending, stress, age, and accident history among male and female drivers. *Ergonomics*, *39*, 757-780.
- Summala, H. & y Hietamaki, J. (1984). Drivers' immediate responses to traffic signs. *Ergonomics*, *27*, 205-216.
- Triggs, T. & Berenyi, J.S. (1982). Estimation of automobile speed undr day and night condicions. *Human Factors*, *24*, 111-114.
- Watamauniuk, S. N., & Duchon, A. (1992). The human visual system averages speed information. *Vision Research*, *32*, 931-941.

(Revisión aceptada: 11/3/99)