

ARTÍCULOS

**Influencia de variables
sociodemográficas y lateralidad
manual sobre el rendimiento
perceptivo-motor en la conducción de
vehículos**

***The influence of socio-demographic
variables and hand laterality on
perceptual-motor skills in vehicle driving***

JOSÉ ANTONIO PORTELLANO PÉREZ¹

ROSARIO MARTÍNEZ ARIAS¹

MARÍA FERNÁNDEZ CARRILLO¹

NATALIA REDONDO¹

MERCEDES LOZANO¹

Fecha de Recepción: 14-06-2006

Fecha de Aceptación: 20-06-2007

RESUMEN

El objetivo de la investigación es estudiar la influencia de determinadas variables sociodemográficas, (género, edad, nivel educativo) y lateralidad manual, en las pruebas perceptivo-motoras que se utilizan para la obtención o renovación del carné de conducir en España. La muestra estudiada está formada por 196 sujetos con lateralidad manual diestra, divididos en dos grupos (D+ y D-), según la mayor o menor consistencia de su lateralidad. Las variables sociodemográficas y el tipo de lateralidad manual se correlacionaron con los resultados obtenidos por los sujetos de la muestra en la batería informatizada Driver-Test. Los resultados ponen de manifiesto peor rendimiento perceptivo-motor en mujeres, sujetos de mayor edad, menor nivel educativo y en personas con lateralidad manual diestra bien consolidada (D+).

¹ Universidad Complutense de Madrid.

ABSTRACT

The aim of this study was to check the influence of a number of socio-demographic variables (such as gender, age or educational level) and the right-handedness on the perceptual-motor tests currently used in Spain for getting and renewing a driving licence. A sample of 196 right-handed subjects was split in two groups (D+ and D-) depending on the consistency of their laterality. Both the socio-demographic variables and the type of laterality were correlated with the results in the computerized "Driver Test" battery. The results showed on one hand that females performed worse in perceptual-motor skills. On the other hand, a positive correlation was found between perceptual-motor performance and both education level and consolidated right-handedness (D+), and a negative correlation with age.

PALABRAS CLAVE

Lateralidad manual, Conducción de vehículos, Rendimiento perceptivo-motor.

KEY WORDS

Hand laterality, Vehicles driving, Perceptual-motor skills.

INTRODUCCIÓN

La popularización de los vehículos a motor ha supuesto uno de los cambios psicosociológicos más importantes en los últimos cien años. El desarrollo tecnológico y las crecientes exigencias en un mundo globalizado han provocado un aumento vertiginoso en el número de desplazamientos, especialmente en las últimas décadas. En España el número de conductores, según la Dirección General de Tráfico en el año 2003 era de 22.381.585, mientras que en los últimos 10 años su número se ha incrementado en casi 4 millones. El incremento más acusado se ha producido entre las mujeres, ya que si en 1994 había 5.951.573, en 2003 la cifra se había elevado hasta las 8.395.498. Por edades se observa un envejecimiento progresivo en el censo de conductores, que no es más que un reflejo del propio envejecimiento de la población española actual. Así, encontramos que el 13,29% de los conductores supera los 60 años, el 50,6% tiene entre 35 y 60 y el 36,11% es menor de 35 años (Página Web de la Dirección General de Tráfico).

La normativa legal vigente para la obtención o la renovación del carné de conducir en España no sólo exige el conocimiento de las normas básicas de conducción, mecánica y primeros auxilios, sino también disponer de determinadas aptitudes psicofísicas que permitan la conducción de vehículos en condiciones óptimas. El objetivo de la exploración psicotécnica en el proceso

de obtención o renovación del carné de conducir, consiste en la evaluación del estado psicofísico del sujeto con arreglo a parámetros de normalidad física y psíquica, para lo que se utilizan determinadas pruebas e instrumentos científicos homologados (Tortosa y Montoro, 2002).

La demanda de intervención de los psicólogos en los problemas de tráfico se remonta a principios del siglo pasado. Concretamente en Alemania, se desarrollaron las primeras leyes sobre seguridad vial en 1910, estableciendo las condiciones físicas, caracteriales y éticas que debían reunir los conductores para obtener el permiso de conducción. En los Estados Unidos, Münsterberg fue el pionero de lo que puede considerarse como el primer examen psicotécnico de conductores (Soler y Tortosa, 1985).

En España hay una gran tradición en el campo de la psicología aplicada a la conducción, pudiendo considerarse como primer hito destacable la II Conferencia Internacional de Psicotecnia organizada por Mira i López en el año 1921 (Montoro, Carbonell y Tortosa, 1991). Como afirman Tortosa y Montoro (2002), fue precisamente la intervención psicológica en el ámbito de la conducción, el primer rol profesional desarrollado por los psicólogos que fue legalmente regulado en España. Desde los años 80 del pasado siglo se observa una creciente inquietud por unificar criterios y mejorar los exámenes psicotécnicos, ya que hasta ese momento existía un gran

desconcierto respecto al papel del psicólogo en dicho ámbito (Prieto, 1985)

En la actualidad la prueba mayoritariamente utilizada en nuestro país para la evaluación psicofísica de las personas que acceden a la obtención o renovación del carné de conducir es la batería Driver-Test de Monterde, que evalúa la Velocidad de Anticipación y la Coordinación Bimanual (Monterde, 1986).

Hasta el momento, la psicología de la conducción se ha preocupado por el estudio de diversas variables de gran relevancia para realizar una correcta conducción, especialmente: aptitudes específicas como inteligencia espacial, integridad de las funciones sensoriales y perceptivas, eficiencia psicomotora, atención, rasgos de personalidad y estilos cognitivos (Forteza, 1985; Roselló, Munar, Montoro y Escudero, 2002; Pedraja, Egea y García-Sevilla, 2002). Sin embargo, la documentación existente sobre los aspectos neuropsicológicos implicados en la conducción es todavía insuficiente, aunque recientemente ha surgido un creciente interés por la creación de baterías neuropsicológicas especialmente diseñadas para la selección de conductores y la prevención de los accidentes de tráfico. Dichas baterías estudian de modo especial determinadas variables: como atención, visión, concentración, tiempo de reacción, funciones ejecutivas, orientación y motricidad. Los estudios realizados hasta el momento se refieren sobre todo a los efectos del envejecimiento sobre la conducción

y -en menor medida- a las diferencias relacionadas con el género. Habitualmente estas baterías suelen incluir pruebas clásicas en neuropsicología tales como: Trail Making Test, Figura Compleja de Rey, WAIS, Escala de Memoria de Wechsler o el test de Clasificación de Tarjetas de Wisconsin (Stutts, Stewart y Martell, 1998; McKenna, 1998; Parker, McDonald, Rabbitt y Sutcliffe, 2003; McKenna, Jefferies, Dobson y Frude, 2004; Dougall, 2004).

La lateralidad, entendida como el predominio funcional de un lado del cuerpo sobre el otro, es una variable muy implicada en los procesos de conducción de vehículos, ya que ésta no solo es una actividad que exige coordinación bimanual, sino que requiere la utilización preferente de la mano o el pie para distintas actividades durante la conducción de un vehículo, como el cambio de marcha.

A pesar de que en la población general se estima que existe un 10% de zurdos, sin embargo, hasta el momento son escasos los trabajos que hayan estudiado las posibles diferencias psicofísicas en la conducción, relacionándolas con la lateralidad que presenta el conductor. Por otra parte, en la mayoría de los países la conducción de vehículos está diseñada para las personas diestras, mientras que los zurdos tienen que sufrir los inconvenientes del diseño de los vehículos, que no tiene en cuenta su diferente lateralización, con el consiguiente esfuerzo de adaptación. Algunos estudios

han confirmado que los conductores zurdos tienen casi el doble de probabilidades de tener un accidente de tráfico y cuatro veces más posibilidades de fallecer en uno de ellos (Beaton, 1992; Pérez, 1998; London, 1998).

El estudio de la lateralidad constituye un importante capítulo dentro de la Neuropsicología, ya que el estudio de sus alteraciones contribuyó a su desarrollo como disciplina autónoma a partir de los descubrimientos de Broca y Wernicke en el último tercio del siglo XIX. Desde entonces, el estudio de la lateralidad ha suscitado un creciente interés por parte de la Neuropsicología y de otras ciencias afines, y de modo especial, las relaciones entre lateralidad y el funcionamiento cognitivo (Portellano, 1992; Kertesz, 1994; Portellano y Robles, 1998; Springer y Deutsch, 2001). Se ha pretendido determinar si la lateralidad, especialmente la manual, resulta determinante para el procesamiento cognitivo; es decir, si ser diestro o zurdo implica un procesamiento diferencial en funciones como lenguaje, memoria, rendimiento psicomotor, o habilidades visoespaciales (Benbunan y Portellano, 1997; Volkman, Schnitzler, Witte, y Freund, 1998; Nacalci, Kalaycioglu, Cicek, y Genc, 2001; Khedr, Hamed y Said, 2002; Brown, Roy, Rohr, Zinder y Bryden, 2004).

Interés especial ha suscitado la posibilidad de que exista una interacción entre sexo y lateralidad, responsable de diferencias individuales en el procesamiento cognitivo. Sin

embargo, revisando la bibliografía al respecto, los diferentes estudios realizados con tareas de ejecución simultánea y sistema somestésico, no se han encontrado correlaciones significativas entre lateralidad, sexo y rendimiento cognitivo (Gorrina y Egenter, 2000; Hiscock, Perachio e Inch, 2001).

El objetivo de la investigación es determinar la relación que puede existir entre el tipo de lateralidad y rendimiento psicofísico, en las pruebas que se exigen para la obtención o renovación del carné de conducir, ya que no existen investigaciones al respecto. También se estudia la posible influencia que pueden ejercer otros factores como género, edad o nivel de instrucción.

MÉTODO

Sujetos

Todos los sujetos participantes en el estudio fueron seleccionados al azar entre las personas con lateralidad manual diestra que acudieron al centro de conductores para realizar las pruebas para la obtención o renovación del carné de conducir. La muestra final estaba formada por 196 sujetos diestros, con una edad media de 44,62 años (DT \pm 17,93). La distribución por género fue de 87 hombres (edad media = 46, 28 años, DT \pm 18,30), y 109 mujeres (edad media = 43,29 años, DT \pm 16,25).

Los sujetos fueron divididos en tres grupos de edad: de 14 a 35

años (n = 73); de 36 a 60 años (n = 83) y de 61 a 81 años (n = 40). La distribución por edades puede consultarse en la Tabla I.

La media de años de escolarización de los sujetos de la muestra fue de 13,22 años (DT± 4,74). Se establecieron tres grupos comparativos: uno formado por personas con un nivel de estudios bajo (EB),

para la obtención o renovación del carné de conducir.

INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN

Batería Driver-Test

En la investigación se han utilizado las pruebas psicofísicas homo-

Tabla 1. Distribución de los sujetos por edades

EDAD	HOMBRES	MUJERES	N
14 - 35 años	28	45	73
36 - 60 años	35	48	83
61 - 81 años	24	16	40
Total	87	109	196

entre 3 y 9 años; otro con nivel de estudios intermedio (EI), entre 10-14 años y el tercero formado por personas con un nivel de estudios alto (EA), entre 15 y 22 años. Los resultados se pueden ver en la Tabla II.

Los participantes en la investigación habían acudido a un centro de conductores situado en la zona nor-este de Madrid, para realizar las pruebas psicotécnicas exigidas

logadas para la obtención del carné de conducir vigentes en la actualidad en España, es decir, el Test de Velocidad de Anticipación y el Test de Coordinación Bimanual pertenecientes a la Batería Driver-Test de Monterde (Monterde, 1986). Se evaluaron las siguientes variables:

a) Velocidad de Anticipación, definida como la media absoluta de las desviaciones de todos los ensayos

Tabla 2. Clasificación de los sujetos por años de escolarización

AÑOS DE ESCOLARIZACIÓN	HOMBRES	MUJERES	N	%
3 a 9	19	15	34	17,2
10 a 14	39	43	82	41,9
15 a 22	29	51	80	40,9

válidos del Test de Velocidad de Anticipación.

b) Coordinación Bimanual, medida a través de los errores cometidos (número de veces que el móvil toca el borde de la pista o sale fuera de ella), y el tiempo acumulado en error (tiempo que el móvil permanece fuera de la pista o tocando el borde de ésta). A la hora de medir la coordinación manual se tuvieron en cuenta los resultados de manera conjunta (las dos manos a la vez), y de manera disjunta (cada mano por separado), de tal forma que al final se obtuvieron 6 medidas diferenciadas de la variable "Coordinación Bimanual":

- Número de errores cometidos con la mano izquierda.
- Número de errores cometidos con la mano derecha.
- Tiempo que el sujeto perma-

nece realizando la tarea de modo incorrecto con la mano izquierda.

- Tiempo que el sujeto permanece realizando la tarea de modo incorrecto con la mano derecha.
- Número de errores totales cometidos con ambas manos de manera conjunta.
- Tiempo que el sujeto realiza la tarea de modo incorrecto con ambas manos de manera simultánea.

Evaluación de la lateralidad manual

Se registró la lateralidad manual de cada uno de los participantes, mediante el Cuestionario de Lateralidad de Olfield (1971). Esta prueba consiste en un cuestionario autoa-

plicado que mide la dominancia manual en 10 actividades: escribir, dibujar, lanzar una pelota, utilizar las tijeras, barrer con una escoba, utilizar el cepillo de dientes, encender una cerilla, utilizar una cuchara, abrir la tapadera de una caja y utilizar un cuchillo para pelar la fruta. Previamente se eliminaron aquellos sujetos que habían realizado 8 ó 9 pruebas con la mano derecha en el Cuestionario de Lateralidad de Olfield, para aumentar la capacidad de discriminación de los grupos D+ y D-. Los sujetos fueron divididos según la consistencia de su lateralidad en dos subgrupos:

- **GRUPO D+** : formado por las personas que utilizaban la mano derecha en las 10 actividades incluidas en el Cuestionario de Lateralidad de Olfield (CLO).
- **GRUPO D-** : formado por las personas que siendo diestras para la escritura, utilizaban preferentemente la mano derecha en 7 o menos actividades de las 10 propuestas en el CLO.

La distribución de la lateralidad manual de los sujetos de la muestra queda reflejada en la Tabla III.

PROCEDIMIENTO

Tanto la exploración psicofísica como la aplicación del Cuestionario de Lateralidad Usual se realizó en las dependencias del Centro de Reconocimiento de Conductores al que habían acudido los usuarios

para la obtención o renovación del carné de conducir.

En el **Test de Velocidad de Anticipación** se le pide al sujeto que observe la trayectoria rectilínea que sigue un móvil que se desplaza a velocidad constante a través de la pantalla del ordenador. Debe estimar el tiempo que tarda en atravesar una franja vertical de una anchura fija y constante a lo largo de toda la prueba, después de que el móvil ha desaparecido brevemente durante un espacio de tiempo de la pantalla. El sujeto tiene que pulsar un botón en el momento que estime que el móvil va a reaparecer en la pantalla por el extremo opuesto al que desapareció. Se realizan 6 ensayos válidos de la prueba.

En el **Test de Coordinación Bimanual** se presentan dos pistas, cada una de ellas con un trazado asimétrico y conteniendo un estímulo móvil en su interior, que simula desplazarse a lo largo de dichas pistas con una velocidad fija y constante durante toda la prueba. En realidad son las carreteras las que se desplazan y la tarea del sujeto consiste en lograr que los móviles no se salgan de ellas durante el tiempo que dura la prueba. Para controlar los dos móviles, el sujeto debe dar una respuesta bimanual, manejando simultáneamente dos palancas, una con cada mano, que harán que el móvil se desplace hacia el lado izquierdo o hacia el derecho. Cuando el móvil toma contacto con los bordes de la carretera o se sale de ella, el sujeto recibe una señal sonora que desaparece

Tabla 3. Lateralidad manual de la muestra

LATERALIDAD MANUAL	HOMBRES	MUJERES	N
D-	50	55	105
D+	39	52	91

cuando deja de cometer el error. De esta forma la persona recibe una retroalimentación inmediata acerca de su ejecución.

RESULTADOS

Género

Las mujeres han obtenido peores resultados que los varones en las siguientes variables: número de errores con la mano derecha, tiempo de respuesta con la mano derecha y tiempo de respuesta en resultados conjuntos (Tabla IV)

Edad

Se han encontrado diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$ o superior) en las siguientes variables (Tabla V):

- Mayor número de errores con la mano izquierda (resultados disjuntos), en el grupo de 61 a 81 años, comparado con el de 36 a 60 y el de 14 a 35 ($p < 0,01$).

- Mayor tiempo de respuesta con la mano izquierda (resultados disjuntos), en el grupo de 61 a 81 años, en comparación con el de 14 a 35 ($p < 0,001$).

- Mayor número de errores con la mano derecha (resultados disjuntos), en el grupo de 61 a 81 años que en el de 14 a 35, y también que en el de 36 a 60 ($p < 0,001$).

- Mayores tiempos de respuesta con la mano derecha (resultados disjuntos), en el grupo de 61 a 81 que en el de 14 a 35 y el de 36 a 60 ($p < 0,001$).

- Mayor tiempo de respuesta (resultados conjuntos) en el grupo de 36 a 60 que en el de 14 a 35, y en el de 61 a 81 que en el de 36 a 60 ($p < 0,001$).

Nivel educativo

En las pruebas de Coordinación Bimanual se observan varias diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$ o superiores) en las

Tabla 4. Resultados comparativos por sexos (n.s. = diferencia no significativa. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.001$)**

	GRUPO TOTAL		VARONES		MUJERES		P
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	
VELOCIDAD DE ANTICIPACIÓN	23,05	12,38	22,04	13,53	23,88	11,34	0.30 (n.s.)
Nº ERRORES MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	56,13	17,87	54,19	20,30	58,65	15,38	0.08 (n.s.)
TIEMPO DE RESPUESTA MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	2204,74	1839,75	2058,02	2291,09	2325,64	1359,05	0.31 (n.s.)
Nº ERRORES MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	56,89	20,97	51,73	23,57	61,14	17,55	0.02*
TIEMPO DE RESPUESTA MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	2016,67	1380,64	1644,47	1189,78	2323,78	1455,08	0.01**
Nº ERRORES (RESULTADOS CONJUNTOS)	96,02	68,35	87,13	25,76	103,19	88,48	0.10 (n.s.)
TIEMPO DE RESPUESTA (RESULTADOS CONJUNTOS)	3733,61	2081,45	3201,61	19,83,86	4162,12	2067,69	0.001***

Tabla 5. Resultados comparativos por edades (n.s. = diferencia no significativa. * $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, * $p < 0.001$)**

	14 - 35 años		36 - 60 años		61 - 81 años		P
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	
VELOCIDAD DE ANTICIPACIÓN	21,78	11,67	23,64	12,27	22,97	11,27	0.61 (n.s)
Nº ERRORES MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	51,94	17,41	56,23	16,36	64,00	16,80	0.01*
TIEMPO DE RESPUESTA MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	1675,09	988,05	2287,85	2369,74	3063,80	1472,07	0.001***
Nº ERRORES MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	51,83	20,04	56,69	20,41	67,47	20,49	0,001***
TIEMPO DE RESPUESTA MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	1568,49	1018,95	2062,78	1399,57	2802,15	1381,94	0,001***
Nº ERRORES (RESULTADOS CONJUNTOS)	89,69	26,53	102,14	100,81	95,92	25,55	0,53 (n.s.)
TIEMPO DE RESPUESTA (RESULTADOS CONJUNTOS)	3002,76	1667,11	3772,66	2042,43	5126,10	2197,14	0,001***

siguientes variables, según se puede ver en la Tabla VI:

EB comparado con el grupo EI (p<0.01).

— Mayor número de errores con la mano izquierda en el grupo

_ Mayor tiempo de respuesta con la mano izquierda en el grupo

Tabla 6. Resultados según el nivel de escolaridad (n.s. = diferencia no significativa. * p<0.05, ** p<0.01, *p<0.001)**

	EB		EI		EA		P
	Media	DT	Media	DT	Media	DT	
VELOCIDAD DE ANTICIPACIÓN	23,37	14,18	23,51	13,04	22,61	11,12	0.89 (n.s.)
Nº ERRORES MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	64,90	16,39	55,70	19,13	54,17	17,03	0.01**
TIEMPO DE RESPUESTA MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	3059,31	1680,57	2235,48	2376,57	1837,14	1054,72	0.007***
Nº ERRORES MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	64,09	24,62	57,00	20,77	54,06	20,03	0.08*
TIEMPO DE RESPUESTA MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	2607,50	16,14	2029,74	1440,46	1768,40	1164,93	0.01*
Nº ERRORES (RESULTADOS CONJUNTOS)	96,29	25,89	90,70	23,16	102,15	106,10	0,60
TIEMPO DE RESPUESTA (RESULTADOS CONJUNTOS)	4939,41	2457,55	3630,56	2055,96	3383,88	1792,52	0.002*

EB comparativamente con los grupos EI y EA ($p < 0.007$).

- Mayor tiempo de respuesta con la mano derecha en el grupo EB en comparación con los grupos EI y EA ($p < 0.01$).
- Mayor tiempo de respuesta con las dos manos (resultados conjuntos) en el grupo EB, en comparación con el grupo EI ($p < 0.002$).

Lateralidad

Los sujetos con lateralidad manual diestra mejor definida (D+) obtienen peores resultados en las siguientes variables:

- Mayor número de errores con la mano izquierda ($p < 0.02$).
- Mayor tiempo de respuesta con la mano izquierda ($p < 0.008$).
- Mayor número de errores con la mano derecha ($p < 0.08$).
- Mayor tiempo de respuesta con la mano derecha ($p < 0.02$).
- Mayor tiempo de respuesta con las dos manos ($p < 0.004$).

DISCUSIÓN

En términos generales, los resultados del estudio ponen de manifiesto la existencia de peores resultados en las pruebas psicofísicas

para la obtención o renovación del carné de conducir en mujeres, personas con menor nivel cultural, mayor edad y en las que tienen predominio lateral diestro bien definido (D+).

Género

Las mujeres del estudio cometen más errores y tardan más tiempo en rectificarlos con su mano derecha y con su mano izquierda que los varones (Tabla IV). La prueba de Coordinación Bimanual requiere un control psicomotor simultáneo con ambas manos, para evitar que el móvil se salga de la pista. Sin embargo, dicho control no sólo depende de factores estrictamente motores, sino que hay un componente perceptivo-espacial en la ejecución de la prueba, que facilita la permanencia del móvil en cada una de las pistas. Al tratarse de trayectorias sinuosas y cambiantes, la capacidad de anticipación espacial adquiere un valor importante para evitar que el móvil se desplace fuera de la pista. La neuropsicología pone de manifiesto la existencia de un dimorfismo sexual que favorece a los varones, quienes habitualmente disponen de una mayor eficiencia para la resolución de tareas de contenido espacial, en comparación con las mujeres, como consecuencia de la acción diferenciadora que ejerce la testosterona en el cerebro masculino a partir del periodo prenatal (Gladue, y Bayley, 1995; Moffat y Hampson, 1996; Halpern y Wright, 1996; Hiscock et al., 1999).

Tabla 7. Resultados comparativos por lateralidad (n.s. = diferencia no significativa. * p<0.05, ** p<0.01, *p<0.001)**

	GRUPO D-		GRUPO D+		P
	Media	DT	Media	DT	
VELOCIDAD DE ANTICIPACIÓN	22,34	11,60	23,95	13,31	0.37 (n.s.)
Nº ERRORES MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	54,09	18,14	59,93	17,26	0.025*
TIEMPO DE RESPUESTA MANO IZQUIERDA (RESULTADOS DISJUNTOS)	1860,70	1112,33	2569,56	2332,01	0.008* *
Nº ERRORES MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	54,44	21,28	59,66	20,28	0.08*
TIEMPO DE RESPUESTA MANO DERECHA (RESULTADOS DISJUNTOS)	1781,64	1154,69	2231,18	1472,33	0.02*
Nº ERRORES (RESULTADOS CONJUNTOS)	90,30	25,46	102,95	95,61	0.21 (n.s.)
TIEMPO DE RESPUESTA (RESULTADOS CONJUNTOS)	3312,42	1816,67	4171,97	2214,65	0.004* *

Asumiendo que la eficiencia psicomotora fuera similar en ambos sexos, posiblemente las diferencias de género obtenidas en la prueba de Coordinación Bimanual se deban al mayor desarrollo de las habilidades perceptivo-espaciales que habitualmente suelen presentar los varones.

No se han observado diferencias entre ambos sexos en cuanto a la velocidad de anticipación. La conducción de un vehículo no sólo está determinada por la adecuada manipulación del volante y los pedales (coordinación bimanual y bipodálica), sino por la capacidad de anticipación, que permite reaccionar ante los cambios que se puedan producir durante la conducción (Pascual, 1985). Los test de velocidad de anticipación pretenden evaluar la capacidad de autocontrol de los sujetos así como su habilidad para percibir velocidades y trayectorias. El sujeto que conduce un automóvil debe transformar los estímulos sensoriales que recibe del exterior en una representación mental de la situación que le permita tomar las decisiones más adecuadas sobre su ejecución en el menor tiempo posible (Aranda, 1983). La emisión de respuestas ante estímulos novedosos está controlada por el Sistema de Supervisión Atencional localizado en el área prefrontal, que tiene un funcionamiento similar en ambos sexos.

Del mismo modo, los resultados de la investigación ponen de manifiesto que no existen diferencias en la velocidad de anticipación en nin-

guna de las variables estudiadas, ya que la edad, el sexo, el nivel de estudios o el tipo de lateralidad manual, no ejercen una interferencia negativa sobre una variable tan importante como es la capacidad de anticipación durante la conducción. Nuestros resultados coinciden con los obtenidos por Aranda (1983), quien no encontró diferencias intersujetos en una tarea que medía la velocidad y la precisión de anticipación; en este estudio no se apreciaron diferencias significativas en función de distintas variables como edad, género o nivel de estudios. Solo en un estudio, auspiciado en nuestro país por la Asociación de Mujeres Conductoras (1986) se comprobó que las mujeres tenían menor capacidad de anticipación de reacción discriminativa que los varones.

Edad

Cuando se tiene en cuenta la edad de los conductores, los resultados de nuestro estudio no reflejan diferencias en la prueba de Velocidad de Anticipación, ya que esta variable se mantiene estable en los tres grupos de edad (21,78 en el grupo de menor edad, 23,64 en el grupo de edad intermedia y 22,97 en el grupo de más edad).

Posiblemente la conducción habitual de vehículos sea un factor facilitador que preserva la capacidad para responder de modo eficaz ante la aparición de estímulos sorpresivos. De esta manera, los conductores de mayor edad podrían com-

pensar la presumible pérdida fisiológica de capacidad de reactividad gracias a práctica facilitada por la conducción habitual de vehículos.

Donde sí se ha observado una influencia negativa de la edad más avanzada de los conductores ha sido en el número de errores cometidos con una, otra o ambas manos. En un estudio realizado por García-Sevilla et al. (1990), se evaluó la Velocidad de Anticipación y la coordinación bimanual en una muestra de varones divididos en cinco grupos de edad. Los resultados de dicho estudio, referentes a coordinación bimanual, apoyan también nuestros resultados ya que estos autores encontraron diferencias significativas entre los grupos según su edad. Otros estudios también han confirmado la pérdida progresiva de velocidad de procesamiento motor en los ancianos (Junqué y Jodar, 1990; Lorente, 2004).

A partir de la cuarta o quinta década de vida se produce una progresiva pérdida de fluidez motora así como disminución de la agudeza sensorial. Esta circunstancia puede justificar el mayor número de errores en las pruebas disjuntas y conjuntas que cometen los sujetos de los grupos de 36-60 y de 61-81 años. Precisamente uno de los principales problemas de los conductores ancianos es el enlentecimiento que experimentan en los tiempos de reacción motriz y en el procesamiento de la información (Aranda, 1983; Pascual 1985) lo que provoca una disminución en la capacidad para responder de forma rápida y

adecuada a las situaciones del tráfico. Estudios clásicos sobre tiempos de reacción postulan la existencia de pequeñas diferencias entre jóvenes y ancianos en tareas simples, que van aumentando según se incrementa la complejidad de la tarea. Por tanto, las diferencias serían mayores en tareas que exigen movimientos que no pueden preverse ni prepararse por anticipado, especialmente aquellas que son complejas y coordinadas.

Para explicar la disminución de respuesta y el enlentecimiento conductual de los conductores de mayor edad, Korteling (1990) ha propuesto la hipótesis señal-ruido. Dicha hipótesis sostiene que la edad conlleva un aumento de la duración y fuerza de la actividad neuronal residual. Cuando un anciano recibe estímulos con tiempos de respuesta muy cortos, la actividad neuronal no tiene tiempo de disiparse, provocando de manera indirecta una disminución en la velocidad de respuesta.

Nivel educativo

Los conductores con mayor nivel de escolarización tienen más eficiencia en las pruebas de coordinación bimanual en las pruebas para la obtención o renovación del carné de conducir. Su mayor eficiencia psicomotora se observa tanto en el rendimiento con la mano izquierda, la mano derecha o ambas.

Para explicar este hecho hay que apelar al efecto favorecedor que

tiene la actividad perceptiva, motora o cognitiva continuada sobre la plasticidad cerebral. La corteza cerebral es el centro de toma de decisiones de los procesos cognitivos y perceptivo-motores más delicados. La mayor parte del córtex cerebral en la especie humana corresponde a áreas asociativas, que son las responsables directas de la programación, ejecución y supervisión del comportamiento. Una propiedad del cerebro asociativo es su capacidad para seguir desarrollándose a lo largo de toda la vida en proporción directa al grado de estimulación recibida. Por este motivo, las personas con un mayor nivel educativo son las que más han desarrollado las áreas asociativas del córtex cerebral, ya que han tenido un mayor grado de estimulación cognitiva y perceptivo-motora. Un mayor grado de entrenamiento cognitivo produce un incremento en los procesos de mielinización, facilitando mayor fluidez y eficacia en las respuestas perceptivo-motoras, entre las que se incluyen las pruebas de coordinación bimanual (Kaas, 1997; Pol-drack, 2000).

Lateralidad manual

Los sujetos diestros más consolidados (D+) cometen mayor número de errores con la mano izquierda y tienen peores tiempos de reacción con la mano izquierda, con la mano derecha y con ambas a la vez, que los sujetos diestros con una lateralización diestra menos consolidada (D-).

La tarea de coordinación bimanual requiere el trabajo sincronizado de ambos hemisferios cerebrales, por lo que es necesario que exista una buena transferencia de información a través de las comisuras interhemisféricas. Algunos estudios como el de Habib et al (1991), han encontrado una mayor longitud del cuerpo calloso en los sujetos que no son diestros, lo cual permitiría una mejor conexión entre ambos hemisferios cerebrales. En esta misma línea de investigación autores como Hellige (1994) defienden la hipótesis de que los sujetos zurdos y los que tienen una lateralidad menos consolidada presentan una mejor transferencia interhemisférica y una menor lateralización de las asimetrías hemisféricas; es decir, poseen un cerebro más simétrico. De hecho, la neuropsicología de la diferenciación hemisférica pone de manifiesto que las personas zurdas y las que tienen una definición menor de su lateralidad manual, tienen mayores probabilidades de presentar la dominancia para el lenguaje en su hemisferio derecho, o en ambos hemisferios.

Estas circunstancias explicarían el por qué los sujetos con predominio diestro menos consolidado (D-), han obtenido mejores resultados en tareas perceptivo-motoras como es el caso de la coordinación bimanual estudiada, ya que es probable que utilicen estrategias bihemisféricas para la resolución de tareas no sólo lingüísticas, sino perceptivo-motoras, lo cual proporcionaría una mayor fluidez a sus respuestas.

Consistentemente con estos postulados, Gorynia y Egenter (2000) encontraron que los sujetos peor lateralizados y los zurdos obtenían mejores puntuaciones en pruebas de coordinación bimanual que los sujetos diestros.

En nuestra investigación, los sujetos del grupo D+ son los que tienen una fórmula de lateralidad diestra más consolidada que los del grupo D-, es decir tienen una dominancia funcional más lateralizada. Este hecho puede justificar que una mejor definición de la lateralidad manual diestra conlleve una lateralización más unihemisférica de sus funciones cognitivas y perceptivo-motoras. A priori esta circunstancia no sería un factor facilitador de su eficacia motora, al contrario de lo que sucede en las personas con lateralidad diestra menos consolidada (D-), que realizarían las tareas exigidas para la obtención del carné de conducir de un modo más fluido y eficiente gracias a la mayor participación de los dos hemisferios cerebrales.

La coordinación bimanual durante la conducción se puede ver influida por el sexo, presentando las mujeres mayor número de errores y peor velocidad de reacción. Barrall y Debu (2004) encontraron que las mujeres son más lentas que los hombres en tareas que exigen rapidez de respuesta manual; el mismo resultado obtuvieron Dane (2003) en tareas que medían la velocidad de reacción visual y Nicholson y Kimura (1996), quienes comprobaron que los varones tienen unos programas

de respuesta motora más rápidos, mientras que las mujeres serían más veloces en la programación de secuencias.

Diferentes autores defienden que las mujeres presentan un cerebro más simétrico que los hombres y un cuerpo calloso más voluminoso que el varón (García-Sevilla et al., 1990; Habib et al., 1991; Volkmann et al., 1998). Por tanto, lo esperable sería que obtuvieran mejores resultados en las tareas que requieren la acción conjunta de los hemisferios cerebrales. Es posible que las peores puntuaciones de las mujeres puedan deberse a la influencia de otras variables como la lateralidad, ya que algunos estudios (Benbunan et al., 1997) defienden que las mujeres diestras tienen una asimetría mayor en ciertas funciones motoras que las mujeres zurdas. La investigación de Dane (2003) apoyaría esta hipótesis al encontrar que las mujeres diestras presentan una velocidad de reacción visual peor que los hombres diestros, mientras que las mujeres zurdas no son más lentas que los varones zurdos.

CONCLUSIONES

En esta investigación se ha estudiado la relación que existe entre la eficiencia perceptivo-motora en las pruebas para la obtención del carné de conducir y el sexo, la edad, el nivel de escolarización y el grado de lateralidad manual diestra.

No se han encontrado diferencias en los resultados en la prueba de

Velocidad de Anticipación en ninguna de las variables estudiadas.

Por el contrario, en nuestro estudio se ha puesto de manifiesto la existencia de diferencias significativas en las tareas de Coordinación Bimanual. Las mujeres, las personas de mayor edad, las de menor nivel educativo y quienes tienen una lateralidad manual diestra mejor definida, son los que cometen más errores en las pruebas de coordinación bimanual y también quienes tardan más tiempo en rectificarlos.

Consideramos que sería conveniente realizar más estudios al respecto y especialmente estudiar de un modo más exhaustivo qué influencia tiene la lateralidad manual como variable moduladora de la

conducción, con el objetivo de mejorar las condiciones del tráfico y la seguridad vial.

No sólo las posibles diferencias de rendimiento entre diestros y zurdos pueden influir en la conducción de vehículos de motor, sino que también el mayor o menor grado de dextrismo puede ser considerado como una variable relevante, a tener en cuenta en el futuro.

Por las razones expuestas sería aconsejable que en las pruebas de evaluación del carné de conducir se incluyese un apartado que evalúe la lateralidad del sujeto, para –de esta manera– poder realizar estudios epidemiológicos que mejoren las condiciones de conducción de vehículos, y por tanto, influyan en la mejora de la Seguridad Vial.

REFERENCIAS

- Aranda, S. (1983). Tiempos de reacción en adultos: Variables y estrategias en relación con la velocidad de anticipación. Tesis Doctoral. Universidad Complutense. Madrid.
- Asociación de mujeres conductoras. (1985). Informe sobre un test de aptitud para la conducción en mujeres conductoras. *Encuentros de Psicología*, 7, 71-76.
- Barrall, J. y Debu, B. (2004). Aiming in adults: Sex and laterality effects. *Brain and cognition*, 9, 299-312.
- Beaton, A. (1992). Left-Handedness and life expectancy. *British Medical Journal*, 308, 408-425.
- Benbunan, B.R. y Portellano, J.A. (1997). Influencia de la interacción sexo-lateralidad manual en habilidades verbales y visoespaciales. *Psiquis*, 18, 323-331.
- Brown, S.G., Roy, E.A., Rohr, L.E., Zinder, B.R. y Bryden, P.J. (2004). Preference and performance measures of handedness. *Brain and cognition*, 5, 283-285.
- Dane, S. (2003). Sex and handedness differences in eye-hand visual reactions times in handball players. *International Journal of Neuroscience*, 113, 923-929.
- Dirección General de Tráfico . <http://www.dgt.es>
- Dougall, C. (2004). Psychological assessment for a driver competency in the elder. *Dissertation abstracts international: section B. The sciences and engineering*, 64, 3575-3582.
- Forteza, J.A. (1985). Psicología y seguridad vial III. Edad y conducción. *Papeles del Colegio*, 20, 33-42.
- García-Sevilla, J., Romero, A., Martínez, F., Morales, A. y Sánchez-Meca, J. (1990). Conducción y vejez: el deterioro en las tareas de velocidad de anticipación y coordinación visomotriz. *Psiquis*, 6, 221-231.
- Gladue, B.A. y Bayley, J. M. (1995). Spatial ability, handedness and human sexual orientation. *Psychoneuroendocrinology*, 20, 487-497.
- Gorynia, I. y Egenter, D. (2000). Intermanual coordination in relation to handedness, familial sinistrality and lateral preferences. *Cortex*, 36, 1-18.
- Habib, M., Gayraud, D., Oliva, A., Regis, J., Salamon, G. y Khalil, R. (1991). Effects of handedness and sex on the morphology of the corpus callosum: A study with brain magnetic resonance imaging. *Brain and cognition*, 16, 41-61.
- Halpern, D.F. y Wright, T.M. (1996). A process-oriented model of cognitive sex differences. *Learning and individual differences*, 8, 3-24.
- Hellige, J.B., Bloch, M.I., Cowin, E.L., Eng, T.L., Eviatar, Z. y Sergent, V. (1994). Individual variation in hemispheric asymmetry: Multitask study of effects related to handedness and sex. *Journal of Experimental Psychology*, 123, 235-256.
- Hiscock, M., Inch, R., Inch, R., Hawryluk, J. Lyon, P.J., Perachio, N. e Inch, R. (1999). Is there a sex difference in human laterality? IV. An exhaustive survey of tactile laterality studies from six neuropsychology journals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 21, 17-28.
- Hiscock, M., Perachio, N. e Inch, R. (2001). Is there a sex difference in human laterality? IV. An exhaustive survey of dual-task interference studies from six neuropsychology

- journals. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 23, 137-148.
- Junqué, C. y Jodar, M. (1990). Velocidad de procesamiento cognitivo en el envejecimiento. *Anales de Psicología*, 6, 199-207.
- Kaas, JH (1997). *Functional Plasticity in Adult Cortex*. Orlando: Academic Press.
- Kertesz, A. (1994). *Localization and Neuroimaging in Neuropsychology*. New York: Plenum Press.
- Khedr, E.M., Hamed, A. y Said, A. (2002). Handedness and language cerebral lateralization. *European Journal of Applied Physiology*, 87, 469-473.
- Korteling, J.E. (1990). Perception response speed and driving capabilities of brain-damaged and older drivers. *Human Factors*, 32, 95-108.
- London, W.P. (1998). Left-Handedness and life expectancy. *Perceptual and Motor Skills*, 68, 1040-1102.
- Lorente-Rodríguez, T. (2004). Conductores ancianos y con daño cerebral en España. *Revista de Neurología*, 38, 785-790.
- McKenna, P. (1998). Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *Journal of Mental Health UK*, 7, 9-18.
- McKenna, P., Jefferies, L., Dobson, A. y Frude, N. (2004). The use of a cognitive battery to predict who fail an on-road driving test. *British Journal of Clinical Psychology*, 43, 325-336.
- Moffat, S.D. y Hampson, E. (1996). A curvilinear relationship between testosterone and spatial cognition in humans: Possible influence of hand preference. *Psychoneuroendocrinology*, 21, 323-337.
- Monterde, H. (1986). *La batería psicológica informatizada Driver-Test*. Valencia: Servicio de Publicaciones de la Facultad de Psicología.
- Montoro, L. Carbonell, E. y Tortosa, F. (1991). Psicología y seguridad vial en España. 70 años de historia. *Revista de Historia de la Psicología*, 12, 73-86.
- Nacalci, E., Kalaycioglu, C., Cicek, M. y Genc, L. (2001). The relationship between handedness and fine motor performance. *Cortex*, 37, 493-500.
- Nicholson, K. y Kimura, (1996). D. Sex differences for speech and manual skill. *Perceptual and Motor Skills*, 82, 3-13.
- Olfield, R.C. (1971). The Assessment and analysis of handedness: The Edinburgh Inventory. *Neuropsychologia*, 9, 97-113.
- Parker, D., McDonald, L., Rabbitt, P. y Sutcliffe, P. (2003). Older drivers and road safety: the acceptability of a range of intervention measures. *Accident and Analysis Prevention*, 35, 805-810.
- Pascual, J. (1985). Conducción y velocidad. *Primera Reunión Internacional de Psicología del Tráfico y de la Seguridad Vial*, 301-319.
- Pedraja, J.M., Egea, D.A. y García-Sevilla, J. (2002). Aspectos atencionales en la psicología aplicada a la conducción: Una perspectiva histórica a través de Psyclit. *Revista de historia de la Psicología*, 23, 505-514.
- Pérez, A. C. (1998). La medida de la percepción de la velocidad en las revisiones para renovar el carné de conducir. *Apuntes de Educación Física y Deporte*, 53, 49-60
- Prieto, J.M. (1985). La homologación de las pruebas psicológicas. *Papeles del Colegio*, 21, 4-31.
- Poldrack, R.A.(2000). Imaging Brain Plas-

tivity: Conceptual and methodological issues –a theoretical review. *Neuroimage*, 12(1), 355-367.

Portellano, J.A. (1992). *Introducción al Estudio de las Asimetrías Cerebrales*. Madrid: CEPE

Portellano, J.A. y Robles, J. I. (1998). Lateralidad y funciones cognitivas. Estudio de su interacción. *Clínica y Salud*, 9, 549-562.

Roselló, J., Munar, E., Montoro, L. y Escudero, J.T. (2002). La evaluación de la atención en el examen psicotécnico de conductores: Una perspectiva histórica. *Revista de historia de la Psicología*, 23, 345-352.

Soler, J. y Tortosa, F. (1985). Psicología y seguridad vial: Autores, temas y fuentes.

Papeles del Colegio, 21, 32-37.

Springer, S.P. y Deutsch, G. (2001). *Cerebro izquierdo, cerebro derecho*. Barcelona: Ariel (Orig. 1998).

Stutts, J., Stewart, J.R. y Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis and Prevention*, 30, 337-346.

Tortosa, F. y Montoro, L. (2002). La psicología aplicada a la selección de conductores. Cien años salvando vidas. *Psicothema*, 14, 714-725.

Volkman, J., Schnitzler, A., Witte, O.W. y Freund, H.J. (1998). Handedness and asymmetry of hand representation in human motor cortex. *Journal of Neurophysiology*, 79, 2149-2154.