

## FENÓMENO DE ATENCIÓN LATERALIZADA ANTE ATROPELLOS Y COLISIONES. ESTUDIO DE SEXO Y PREFERENCIA MANUAL EN 425 ACCIDENTES DE TRÁNSITO

CÉSAR GABRIEL MORALES FIGUEROA, FRANCISCO ABOITIZ DOMÍNGUEZ

### LATERALIZED ATTENTION PHENOMENON BEFORE RUN OVER AND COLLISION ACCIDENTS. SEX AND HAND PREFERENCE STUDY ON 425 TRAFFIC ACCIDENTS

**Backgrounds.** The prefrontal cortex is related to behavioural planning, execution and adjustment through assay and error. During driving, there is integration of such cortexes with the association cortex. Studies indicate lateralization of those cortex: interhemispheric and sexual differences, with hand preferente interaction associated to corpus callosum (interhemispheric connectivity).

**Hypothesis.** There will be no sex or hand preference differences on the run over and collision proportion, because its stimulus (pedestrian and vehicle respectively) do not require big interhemispheric connectivity, due to activation of basic alert systems (reticular formation), poorly lateralized.

**Materials and Methods.** Questionnaires were used to collect information about traffic accidents on the metropolitan area of Santiago de Chile. Collision: Run over proportion was compared for each group.

**Results.** There was twice of collisions than run over accidents. Left handed women had greater collision proportion than the rest of the drivers ( $p=0,05$ ).

**Conclusions.** Results back the hypothesis in the sense that simple stimulus do not generate sex or hand preference differences on drivers.

**Keywords:** Traffic Accident; Hand Preference; Short-Term Memory; Visual Cortex

## INTRODUCCIÓN

Este trabajo pertenece a una línea de investigación titulada "Influencia de la Lateralización Cerebral en la Incidencia de Accidentes de Tránsito", que fue iniciada el año 2000 en el Laboratorio de Neurociencia Cognitiva del programa de Morfología, en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile. El objetivo de esta línea es estudiar las implicancias epidemiológicas y científicas de la organización funcional cerebral en la génesis de los accidentes de tránsito, desde el punto de vista de la lateralización cerebral.

### *Antecedentes*

A medida que se conduce un vehículo, el conductor se ve sometido a una actividad que paulatinamente se vuelve repetitiva, y va requiriendo menor capacidad de concentración. Sin embargo, existe un umbral de atención, bajo el cual el conductor aumenta enormemente el riesgo de cometer un accidente. El regulador del nivel de atención por excelencia es la formación reticular, que es el sistema activador del sistema nervioso central.

Un conductor mantiene un nivel de concentración relativamente constante y bajo durante la conducción, ya que es capaz de realizar otras tareas en forma simultánea (manejar el equipo de música del automóvil, conversar, hablar por celular, etc.). Sin embargo, hay ciertos momentos en los cuales se requiere un mayor nivel de concentración: aproximarse a un cruce regulado por semáforo o carabinero, enfrentarse a un disco pare, ceda el paso, o acercarse a un cruce de peatones. Por lo anterior, es necesaria una buena integración entre el sistema visual, la corteza de asociación visual, la memoria de trabajo, y la corteza motora secundaria durante todo el tiempo de conducción de un vehículo. Sin embargo, la estructura y funcionalidad de estas estructuras no es homogénea entre las personas.

Siendo la Neurociencia un área que integra clínica, fisiología y patología de las funciones cerebrales, la Neurociencia Cognitiva es un área de ella que integra estos conocimientos desde un punto de vista neuropsicológico (procesos mentales). En esta área se ha investigado las características y diferencias del procesamiento de cada hemisferio cerebral, llegando a concluir que existen diferencias inter hemisféricas importantes en las funciones

corticales, siendo mayores en cortezas asociativas y especializadas (frontal, temporal y témporo-parietal). Evidencia de asimetrías estructurales en el cerebro fueron comprobadas primero por Geschwind, Levitzky, y Galaburda (1,2,3), aceptándose desde entonces que el cerebro también posee una lateralización anatómica. A este fenómeno se le conoce como lateralización cerebral, y partir de él se elaboró la teoría del hemisferio dominante, idea antigua que ahora contaba con una aproximación lógica. Sin embargo, no existe un hemisferio cerebral que domine al otro, sino que un hemisferio dominante para una determinada tarea. En sus investigaciones, Joseph B. Hellige encuentra que en el control de los movimientos de la mano es dominante el hemisferio izquierdo en la mayoría de los casos (4). Este dato concuerda con un estudio poblacional estadounidense (5), el cual indica que el 12,6 % de los hombres son zurdos, mientras que el 9,9 % de las mujeres son zurdas. Un aspecto interesante de esta información es la diferencia sexual en la frecuencia de zurdos. Por lo tanto, el 90% de la población ejecuta acciones preferentemente con la mano derecha, determinando que el hemisferio izquierdo se encarga en estos casos del control de la ejecución de secuencias de movimiento. Cabe recordar que este hemisferio es dominante también para las funciones de comprensión y ejecución del habla, mientras que el derecho se encargará del contenido del lenguaje. Además, el hemisferio derecho se especializa en una variedad de tareas no verbales que demandan procesamiento visoespacial, siendo este capaz de percibir las propiedades que configuran cada estímulo visual, de localizarlo en un espacio coordinado y de reconocer además objetos tridimensionales en orientaciones inusuales (cortezas de asociación temporoparietales). Con respecto al control manual, las asimetrías estructurales diferían significativamente entre grupos de distinta preferencia manual (6). En diestros, existe mayor superficie de área motora en el hemisferio izquierdo, observadas al comparar el sulcus central. Sin embargo, las asimetrías anatómicas disminuían en los varones mientras mayor uso tenían de la mano izquierda. Un 62% de los hombres zurdos reveló un sulcus central más profundo en el hemisferio derecho que en el izquierdo. No se evidenció asimetría ínter hemisférica entre mujeres, concluyéndose que esta asimetría anatómica estaba relacionada con preferencia manual sólo en hombres, pero no en mujeres, sugiriendo también diferencias sexuales

en la organización cortical de los movimientos de la mano.

Witelson y Kigar demostraron mediante estudios del cuerpo calloso que existen asimetrías de tamaño de esa estructura en hombres, asociadas a preferencia manual; pero dichas asimetrías no se encontraban en mujeres (7,8): por tanto los diestros, exclusivamente hombres serían más lateralizados que el resto de las personas quienes utilizan, además, la mano izquierda, lo que estaría avalado por las diferencias en el cuerpo calloso, y por ende, en la cantidad de conexiones córtico-corticales entre los hemisferios.

Con estos antecedentes, podemos plantear la existencia de diferencias entre sujetos de diferente sexo o preferencia manual en la forma de reconocer a un peatón o a un vehículo, debido a su mayor o menor grado de lateralización cerebral, siendo el tamaño del cuerpo calloso la expresión anatómica de esta lateralización. Sin embargo, detectar un obstáculo en la vía es un procesamiento con muchos componentes de alerta (reconocer a una persona, inminencia de daño personal por aproximación de otro móvil), por lo que sus claves de reconocimiento no son complejas, y la lateralización cerebral no debería influir significativamente. Lo contrario ocurriría con reconocimiento de señales de tránsito, las cuales tienen información interpretable (figuras) o legible (ejemplo: velocidad máxima)

#### *Objetivos*

El objetivo de este trabajo en particular es estudiar las diferencias al detectar un peatón (atropello) o vehículo (colisión) entre los conductores diestros, zurdos, hombres y mujeres.

#### *Hipótesis*

1. A medida que un obstáculo en la vía tenga más claves para detectarlo (sea más complejo), su procesamiento cognitivo será más complejo, y aumentarán las diferencias entre los distintos grupos de conductores al momento de procesarlas.
2. Tanto un peatón como un vehículo atravesando un cruce son obstáculos simples, vale decir, sin muchas claves de reconocimiento a parte de las visoespaciales, por lo que su procesamiento será similar entre género y preferencia manual, y no generarán diferencias en el número de accidentes entre los distintos grupos de conductores.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recopilación de datos

Se analizaron accidentes de tránsito ocurridos en las provincias Santiago y Cordillera de la Región Metropolitana mediante un cuestionario denominado ILCIAT (Influencia de la Lateralización Cerebral en la Incidencia de Accidentes de Tránsito, ver figura 1), el cual consiste en una serie de ítem que recopilan información acerca de las circunstancias de un accidente de tránsito. Se obtuvo información de accidentes de tránsito ocurridos en calles de un solo sentido, recopilando información del sitio del accidente y del conductor responsable del accidente. La información obtenida abarca: señal o disposición de tránsito no respetada (pare, ceda el paso, luz roja, derecho preferente de paso, otras), lado de la señal (izquierda, derecha o ambos), género y preferencia manual del conductor, edad, ingesta de alcohol o fármacos, y circunstancias del accidente (atropello o colisión con otro vehículo).

Figura 1.

**CUESTIONARIO I.L.C.I.A.T.**

Este cuestionario es para el conductor que provocó un accidente de tránsito en la ciudad de Santiago de Chile. Debe ser llenado por el conductor responsable del accidente. La edad y preferencia manual de la persona debe tenerse en cuenta para los fines estadísticos de este estudio.

EDAD  años SEXO M  F

PREFERENCIA MANUAL (Diestros con la mano izquierda y zurdos con la mano derecha)

DIESTRO(A)

ZURDO(A)

AMBID(A)

¿ESTA TOMANDO MICROALIMENTOS? SI  NO

De aquí en adelante responda al encuestador mediante simples respuestas de SI o NO.

¿PRESENTA SIGNOS DE INGESTA ALICÓHOLICA? SI  NO

SEÑAL O DISPOSICIÓN DE TRÁNSITO NO RESPETADA

DERECHO PREFERENTE DE PASO

DE LOS PASOS

LUZ ROJA

OTRAS

TIPIFICACIÓN DEL ACCIDENTE

COLISIÓN CON OTRO VEHÍCULO

ATROPELLO DE PEATÓN

**SEÑAL**

¿A LA IZQUIERDA  ¿A LA DERECHA



¿A LA IZQUIERDA  ¿A LA DERECHA



¿A LA IZQUIERDA  ¿A LA DERECHA

**AFECTADO**

¿A LA IZQUIERDA  ¿A LA DERECHA



¿A LA IZQUIERDA  ¿A LA DERECHA

Fecha  día  mes  año

Hora

Firma del encuestador

Este informe es exclusivamente informativo y no constituye un diagnóstico de responsabilidad legal. El Programa de Investigación y Análisis de Accidentes de Tránsito de la Universidad de Chile.

DES

De la aplicación de este cuestionario se construyó una base de datos con 647 accidentes de tránsito, de los cuales se seleccionaron aquellos en que el conductor no presentaba ingesta de alcohol o fármacos, y que además tuviesen completos los ítems de género y preferencia manual.

### Análisis de datos

Se analizan todos los accidentes de tránsito seleccionados. Se descartan aquellos que no tengan completo el ítem "tipificación del accidente". También se descartan los accidentes de los ambidiestros, ya que su preferencia manual debe evaluarse en forma especial para poder categorizarlos.

A partir de los accidentes de tránsito validados, se obtiene una muestra universal. Se analiza la distribución por género y preferencia manual de la muestra, y se compara con la distribución del universo de conductores, con el objetivo de asegurar que la muestra es representativa del universo de conductores. Se aplicó una prueba de chi cuadrado con este fin. La distribución por género del universo de conductores se estimó a partir del número de licencias de conducir en la Región Metropolitana del año 2000 (10), que correspondió a 240333 hombres conductores y 65047 mujeres conductoras (Hombres : Mujeres = 3,69 : 1). La distribución por preferencia manual corresponde a la descrita en la bibliografía (7): Diestros : Zurdos = 9 : 1.

Se analizó la distribución de accidentes entre cada señal de tránsito. Esta distribución se denominó "patrón o distribución general".

Luego, se desglosó la distribución de accidentes entre los grupos de conductores (hombres diestros, hombres zurdos, mujeres diestras y mujeres zurdas). Se comparó esta distribución desglosada con la distribución general, buscando si algún grupo tenía una distribución diferente. Se aplicó una prueba chi-cuadrado al realizar esta comparación.

Finalmente, se analizó cada grupo de conductores por separado, comparando sus distribuciones con la distribución general mediante pruebas chi cuadrado.

Se compararon las distribuciones según número de accidentes y porcentajes de accidentes.

## RESULTADOS

### *Análisis de la distribución general de accidentes.*

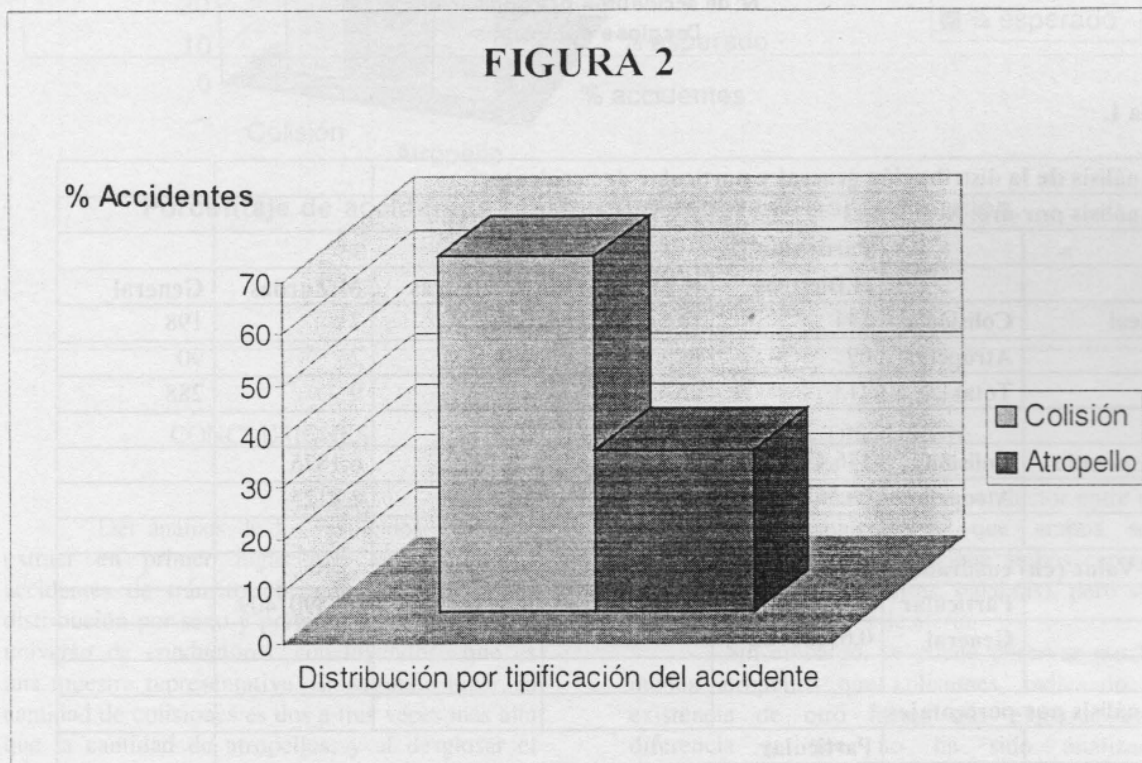
De la base de datos I.L.C.I.A.T. se seleccionaron 425 cuestionarios, que cumplían con las condiciones descritas en la metodología. De los 425 accidentes de tránsito seleccionados, se validaron 355 para este análisis.

La cantidad de accidentes de tránsito total por conductores fue: 213 en los hombres diestros, 25 en hombres zurdos, 41 en mujeres diestras, y 9 en mujeres zurdas. Hubo 67 accidentes en ambidiestros, pero éstos no se consideraron en el análisis por las razones explicadas en la metodología del trabajo. En total se cuenta con un total de 288 accidentes incluidos en el análisis.

La distribución de accidentes de tránsito por género fue Hombre : Mujer = 4,8 : 1 (82,6 % versus 17,4 %), y por preferencia manual fue Diestro : Zurdo = 7,5 : 1 (88,2 % versus 11,8 %), siendo coincidentes con la distribución del universo de conductores para género ( $p = 0,55$ ) y preferencia manual ( $p = 0,34$ ).

Se realiza un desglose de los accidentes de tránsito por tipificación. Se calcularon porcentajes con el objetivo de describir la distribución de los accidentes por tipificación.

En el gráfico de la figura 2 se muestra la distribución de los 288 accidentes de tránsito según la tipificación. Lo que se aprecia es una distribución de 2,2 colisiones por cada atropello.



La distribución del total de accidentes se usó como patrón al momento de analizar las distribuciones de accidentes en cada grupo poblacional (patrón o distribución general).

### *Análisis de la distribución particular de accidentes.*

La figura 3 muestra en gráfico las distribuciones de accidentes desglosadas. No se encontró diferencias significativas al analizar los número de accidentes ( $p = 0,65$ ), ni los

porcentajes de accidentes ( $p = 0,06$ ) al comparar los grupos de conductores entre ellos.

Al comparar cada grupo de conductores con la totalidad de conductores que sufrió accidentes, solo las mujeres zurdas se alejaron de la generalidad ( $p = 0,05$ ). El resto de los grupos no presenta diferencias con el patrón general.

En la tabla 1 se detalla el análisis de la distribución de accidentes de cada grupo poblacional. A partir del análisis de esta tabla se observa en las mujeres zurdas una proporción

mayor de colisiones por atropello (3.5 colisiones por cada atropello,  $p = 0,05$ ). En las mujeres diestras también se observa lo anterior (3,1

colisiones por cada atropello), pero este resultado no es significativo ( $p = 0,14$ ).

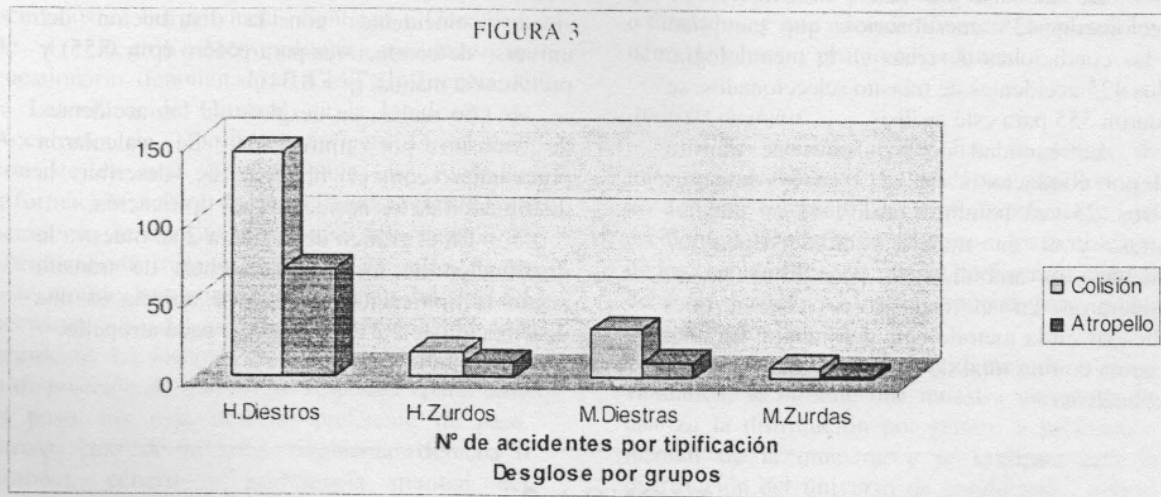
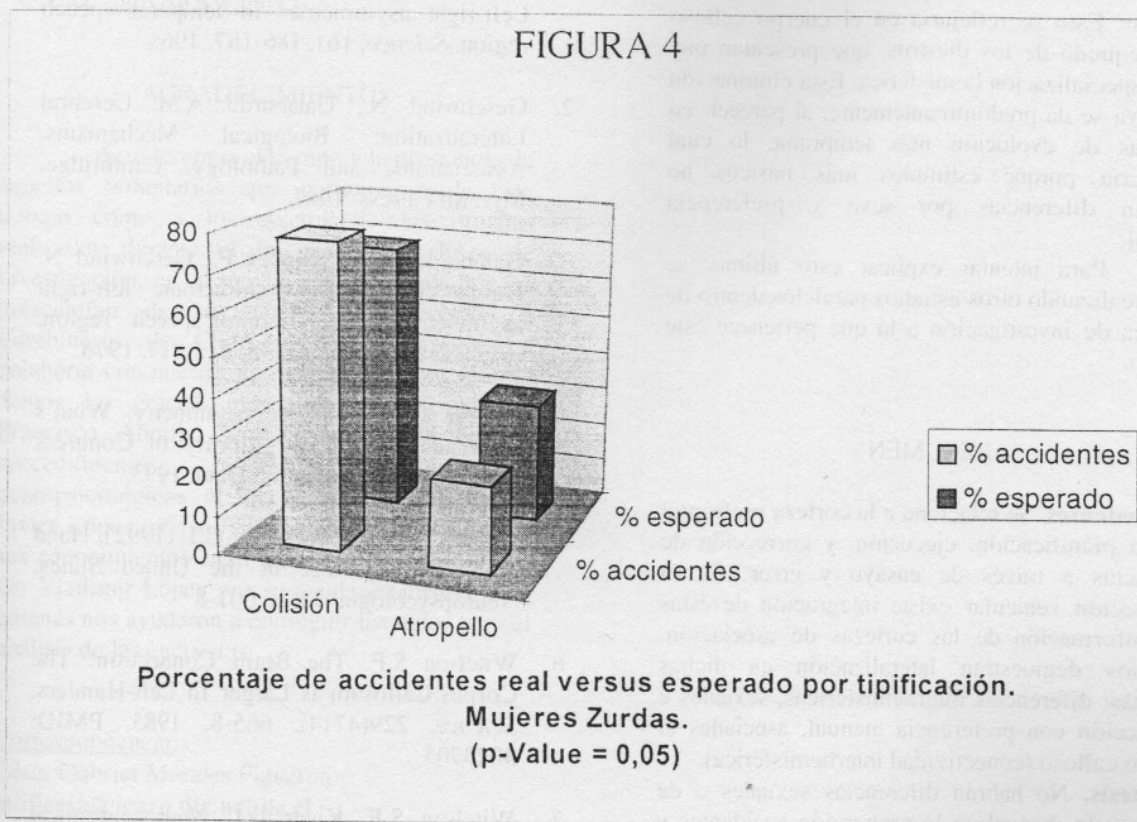


Tabla 1.

Análisis de la distribución general y particular de accidentes						
Análisis por nro. Accidentes						
		Particular				
		H.Diestros	H.Zurdos	M.Diestras	M.Zurdas	General
Real	Colisión	144	16	31	7	198
	Atropello	69	9	10	2	90
	Total	213	25	41	9	288
Esperado	Colisión	146,4375	17,1875	28,1875	6,1875	
	Atropello	66,5625	7,8125	12,8125	2,8125	
p-Value (chi cuadrado)						
		Particular	0,71860469	0,60837676	0,34331737	0,55901409
		General	0,65220162			
Análisis por porcentajes						
		Particular				
		H.Diestros	H.Zurdos	M.Diestras	M.Zurdas	General
Real	Colisión	67,6056338	64	75,6097561	77,7777778	68,75
	Atropello	32,3943662	36	24,3902439	22,2222222	31,25
	Total	100	100	100	100	100
Esperado	Colisión	68,75	68,75	68,75	68,75	
	Atropello	31,25	31,25	31,25	31,25	
p-Value (chi cuadrado)						
		Particular	0,80499329	0,30546549	0,13888639	0,05145226
		General	0,06893427			

En conclusión, existen diferencias significativas solamente entre el patrón de

accidentes por tipificación de las mujeres zurdas (gráfico de la figura 4).



#### CONCLUSIONES

Del análisis de los resultados, se puede extraer en primer lugar que la muestra de accidentes de tránsito obtenida tiene la misma distribución por sexo y preferencia manual que el universo de conductores, concluyéndose que es una muestra representativa. En segundo lugar, la cantidad de colisiones es dos a tres veces más alta que la cantidad de atropellos, y al desglosar el análisis por grupos de conductores, se concluye que la distribución porcentual de colisiones y atropellos entre los grupos es homogénea, vale decir, se mantiene la proporción de dos a tres colisiones por atropello entre los grupos. Sin embargo, las mujeres zurdas tienen una proporción significativamente mayor de colisiones que el resto de los conductores, vale decir, tienen aún mayor riesgo de colisionar que de atropellar al compararlas con la población general. Los resultados avalarían la hipótesis de que obstáculos con pocas claves de reconocimiento no generan diferencias entre los grupos de conductores.

#### DISCUSIÓN

La semejanza para un conductor entre un peatón y un vehículo es que ambos son reconocidos como figuras, y que ambos carecen de claves lingüísticas (letras, palabras), pero son significativos en claves de alerta.

Sin embargo, se puede observar mucho menos atropellos que colisiones, indicando la existencia de otro factor que explique esta diferencia y que no ha sido analizado (reconocimiento de cara, importancia emocional de un ser humano por sobre un vehículo, mayor probabilidad estadística de colisión, etc).

La lateralización cerebral, al parecer, es más significativa con estímulos que requieran procesos cognitivos complejos (lectura, orientación espacial y otros), siendo su impacto insignificante al reconocer estímulos básicos que activen sistemas arcaicos de acción-reacción. La lateralización cerebral se produciría por una eliminación selectiva de neuronas en un hemisferio, para dar espacio a otras funciones, propiciando la especialización hemisférica. Esta

eliminación selectiva de neuronas eliminaría también las fibras ínter hemisféricas que las conectan con su contraparte en el hemisferio opuesto. Esto se reflejaría en el cuerpo calloso más pequeño de los diestros, que presentan una gran especialización hemisférica. Esta eliminación selectiva se da predominantemente, al parecer, en cortezas de evolución más temprana, lo cual explicaría porqué estímulos más básicos no generan diferencias por sexo y preferencia manual.

Para intentar explicar esto último, se están realizando otros estudios paralelos dentro de la línea de investigación a la que pertenece este trabajo.

#### RESUMEN

**Antecedentes.** Se relaciona a la corteza prefrontal con la planificación, ejecución, y corrección de conductas a través de ensayo y error. En la conducción vehicular existe integración de éstas con información de las cortezas de asociación. Estudios demuestran lateralización en dichas cortezas: diferencias interhemisféricas, sexuales e interacción con preferencia manual, asociadas al cuerpo calloso (conectividad interhemisférica).

**Hipótesis.** No habrán diferencias sexuales o de preferencia manual en la proporción accidentes y atropellos, debido a que sus estímulos (peatón y vehículo respectivamente) no requieren gran conectividad interhemisférica, por activar sistemas básicos de alerta (formación reticular), poco lateralizados.

**Métodos.** Se utilizaron cuestionarios recopilando información de accidentes de tránsito en la Región Metropolitana. Se comparó la proporción accidente : atropello en cada grupo.

**Resultados.** Hubo el doble de colisiones que atropellos. Las mujeres zurdas tienen una proporción mayor de colisiones que el resto de los conductores ( $p=0.05$ ).

**Conclusiones.** Los resultados avalan la hipótesis de que estímulos simples no generan diferencias sexuales o de preferencia manual en los conductores.

**Palabras clave:** Accidentes de tránsito; Lateralidad; Memoria de corto plazo; Corteza visual

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Geschwind N., Levitsky W. Human Brain: Left-right asymmetries in temporal speech region. *Science*, 161, 186-187, 1968.
2. Geschwind N., Galaburda A.M. Cerebral Lateralization: Biological Mechanisms, Associations, and Pathology. Cambridge, MA: MIT Press, 1987.
3. Galaburda A.M., Sanides F., Geschwind N. Human Brain: Cytoarchitectonic left-right asymmetries in the temporal speech region. *Archives of Neurology*, 35, 812-817, 1978.
4. Hellige J. Hemispheric asymmetry: What's right and what's left. Library of Congress Cataloging in Publication Data, 1993.
5. Gilbert, A. N., & Wysocki, C.J. (1992). Hand preference and age in the United States. *Neuropsychologia*, 30(7), 601-8
6. Witelson S.F. The Brain Connection: The Corpus Callosum Is Larger In Left-Handers. *Science*, 229(4714), 665-8, 1985. PMID: 4023705
7. Witelson, S.F., Kigar, D.L. Neuroanatomical aspects of hemisphere specialization in humans. En D. Ottoson (HRSG). Duality and Unity of the Brain. MacMillan, New York, 1989
8. Witelson S.F. Hand and sex differences in the isthmus and genu of the human corpus callosum. *Brain*, 112, 799-835, 1989.
9. Witelson S.F. Sex and the Single Hemisphere: Specialization of the Right Hemisphere for Spatial Processing. *Science*, 193(4251), 425-27, 1976. PMID: 935879
10. Amunts K, Jancke L, Mohlberg H, Steinmetz H, Zilles K Interhemispheric asymmetry of the human motor cortex related to handedness and gender. C & O Vogt Brain Research Institute, Heinrich Heine University, Dusseldorf, Germany. *Neuropsychologia* 2000;38(3):304-12. PMID: 10678696, UI: 20142164
11. Kandel E. & cols. Neurociencia y Conducta. Prentice Hall Madrid, 1997.

12. Sitio Web Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile. Dirección URL: <http://www.mtt.cl>

## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el tiempo y la prestancia de aquellos voluntarios que participaron de este trabajo como a los sujetos de las pruebas realizadas durante el inicio de esta línea de investigación, en su mayor parte alumnos que no prescindían de su tiempo. Agradecemos a Carabineros de Chile por su disposición a colaborar con nuestra investigación, y por último, damos las gracias muy especialmente al Dr. Francisco Aboitiz, por su orientación en los procedimientos de investigación neuropsicológicos; al Ingeniero Civil Electrónico Javier López, por su valioso aporte profesional y sus conocimientos en el área de Neurociencias; al Dr. Vladimir López por su ayuda estadística y a quienes nos ayudaron a conseguir los datos para el análisis de las encuestas.

### Correspondencia:

César Gabriel Morales Figueroa  
[moficesa@icaro.dic.uchile.cl](mailto:moficesa@icaro.dic.uchile.cl)