

## ARTICULOS ORIGINALES

REVISTA ARGENTINA  
DE SALUD PÚBLICA

FECHA DE RECEPCIÓN: 25 de junio de 2020.

FECHA DE ACEPTACIÓN: 24 de noviembre de 2020.

FECHA DE PUBLICACIÓN: 16 de febrero de 2021.

\*AUTORA DE CORRESPONDENCIA:

smontes@conicet.gov.ar

Registro Nacional de Investigaciones en  
Salud N°: IS002929

# MUERTES POR SINIESTROS DE TRÁNSITO EN LA PROVINCIA DE BUENOS AIRES EN 2017: UN ANÁLISIS MEDIANTE MÉTODOS DE CLASIFICACIÓN JERÁRQUICA

## *Road traffic deaths in the province of Buenos Aires in 2017: a hierarchical cluster analysis*

\* Silvana A. Montes<sup>1</sup>, Dra. en Psicología.

Rubén D. Ledesma<sup>1</sup>, Dr. en Psicología.

<sup>1</sup> Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Instituto de Psicología Básica, Aplicada y Tecnología (IPSIBAT), Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina.

**RESUMEN.** INTRODUCCIÓN: las lesiones y muertes de tránsito constituyen un problema importante de salud pública. El presente trabajo se propuso analizar, desde una perspectiva multidimensional, los datos oficiales sobre fallecidos por siniestros viales en la provincia de Buenos Aires. En primer lugar, se buscó construir una tipología de siniestros viales, y, en segundo lugar, se analizó la distribución de los conglomerados en distintas zonas de la provincia. MÉTODOS: se realizó un estudio no experimental, transversal y correlacional. Se aplicaron métodos de clasificación jerárquica a datos registrados por la Unidad del Observatorio y Estadísticas en Seguridad Vial; ( $n$  original = 1369,  $n$  luego de la depuración de datos = 1154). Los conglomerados resultantes se analizaron luego por región sanitaria. RESULTADOS: los resultados sugirieron ocho grupos relativamente homogéneos de víctimas con perfiles diferenciables de siniestralidad. Los conglomerados más importantes fueron dos: uno correspondiente a personas de sexo masculino, jóvenes y conductores de moto que fallecen en siniestros urbanos, y otro caracterizado por conductores de automóviles y adultos, también de sexo masculino, que fallecen en siniestros interurbanos. Los grupos se distribuyeron de manera diferente según la región sanitaria, aunque se advirtieron dos grandes perfiles: uno correspondiente al Gran Buenos Aires y otro al interior de la provincia. DISCUSIÓN: los resultados pueden ofrecer una base de segmentación útil para orientar intervenciones focalizadas en grupos de usuarios viales.

**PALABRAS CLAVE:** Accidentes de Tránsito; Análisis Multivariante; Análisis por Conglomerados; Argentina.

**ABSTRACT.** INTRODUCTION: Road traffic injuries and deaths are a major public health concern. The aim of this work was to analyze, from a multivariate perspective, official data on fatal victims of road traffic in Buenos Aires, Argentina. First, we built a typology of road traffic accidents, and second, we analyze the clusters distribution in different areas of the province. METHOD: A non-experimental, correlational and cross-sectional study was carried out. An empirical classification of road deaths was generated by means of Hierarchical Cluster Analysis (official data registered by the Road Safety Observatory; original  $n = 1369$ ,  $n$  after data refinement = 1154). The resulting clusters were then analyzed by health district areas. RESULTS: The results suggested eight relatively homogeneous groups of victims with differentiable accident profiles. The most important clusters were two: one corresponding to young male motorcycle riders who died in urban traffic crashes, and another characterized by adult male automobile drivers who died in inter-urban traffic crashes. The groups were distributed differently according to the health district area, although there were two major profiles: one corresponding to Greater Buenos Aires and the other to the rest of Buenos Aires province. DISCUSSION: Results offer a useful base for interventions targeting specific road users.

**KEY WORDS:** Accidents, Traffic; Multivariate Analysis; Cluster Analysis; Argentina.

ARTÍCULOS ORIGINALES - Montes S.A. Muertes por siniestros de tránsito en la Provincia de Buenos Aires en 2017: un análisis mediante métodos de clasificación jerárquica. *Rev Argent Salud Publica.* 2021;13: e34.

## INTRODUCCIÓN

Los siniestros de tránsito (ST), constituyen un problema importante para la salud pública<sup>1</sup>. Es posible definirlos como eventos que ocurren de modo violento, inesperado y no intencional; que se producen en la vía pública e involucran al menos un vehículo en movimiento; y que tienen como resultado algún tipo de daño material y/o humano (lesiones o muertes)<sup>2</sup>. Se trata de fenómenos complejos y multideterminados, resultado de una combinación de factores ambientales, vehiculares y, sobre todo, humanos<sup>3,4</sup>. El informe de la Organización Mundial de la Salud de 2018 sobre el estado mundial de la seguridad vial<sup>5</sup> destaca que el número de muertes anuales por ST es de 1,35 millones y es la octava causa de muerte en el mundo. Su impacto es mayor porque afecta a los niños y jóvenes, ya que los ST constituyen la primera causa de muerte entre los 5 y los 29 años. La ocurrencia y las consecuencias de tales eventos afectan de manera desigual a los países y sectores socioeconómicos, dado que la principal carga la asumen los países en desarrollo. Por otra parte, las poblaciones más vulnerables sufren en forma desproporcionada más traumatismos y riesgos, y tienen un acceso limitado a la atención de emergencia<sup>5</sup>. Asimismo, la mayoría de las víctimas en los países de bajos y medianos ingresos son los llamados 'usuarios vulnerables del tránsito', es decir, peatones, ciclistas y motociclistas<sup>6</sup>.

Los países latinoamericanos se encuentran entre los más afectados por este problema. En la Argentina, por ejemplo, el informe de la Agencia Nacional de Seguridad Vial del año 2018 indica que fallecieron 5 472 personas como consecuencia de un siniestro vial<sup>7</sup>. En nuestro país, los ST son la primera causa de muerte en menores de 35 años, y la tercera sobre el total de la población. Al respecto, el mencionado informe muestra que, de las 5 472 víctimas fatales, el 44,8% de los fallecidos eran jóvenes de entre 15 y 35 años (1 321 personas de 15 a 24 años y 1 024 de 25 a 35), y el 77,9% eran hombres. Según el tipo de usuario, el 43,8% (2 350 fallecidos) de las víctimas fatales en 2018 fueron motociclistas. En términos económicos, los efectos de los ST le cuestan al Estado más de \$175 mil millones por año, lo que es equivalente al 1,7% del producto bruto interno (PBI), con gastos que corresponden a costos médicos, humanos y administrativos, y pérdida de productividad del afectado.

En la Provincia de Buenos Aires, el informe de estadísticas de incidentes viales con fallecidos y lesionados<sup>8</sup>, muestra que en 2017 hubo 1 369 víctimas fatales. La cantidad de hombres fallecidos (1 077) triplicó a la de mujeres, a la vez que se observó una mayor cantidad de fallecidos en los varones más jóvenes (de entre 15 y 24 años), con una tendencia decreciente a medida que aumenta la edad. A su vez, la mayor cantidad de víctimas fatales ocurrió en siniestros con motos, seguida de siniestros en automóviles y peatones. Del total de 1 369 víctimas fatales, casi la mitad fueron los propios conductores (48%), seguido de acompañantes (17%) y peatones

(12%). Mientras que entre los varones la mayor proporción correspondió a los conductores (56%), entre las mujeres la mayor proporción fueron acompañantes (39%). En cuanto al tipo de vía, se observó que entre los que viajan en moto, la mayor cantidad de víctimas fatales se produjo en los siniestros en calles, mientras que entre los que viajan en automóvil, la mayor cantidad de víctimas ocurrieron en eventos en rutas.

Una limitación habitual en las estadísticas de siniestralidad vial es que no reflejan de manera adecuada las posibles agrupaciones o asociaciones entre diversos factores de riesgo. A partir de la experiencia, es posible hipotetizar, por ejemplo, que los siniestros de motocicleta se asocian a fallecidos del sexo masculino, jóvenes y que circulan en ciudad<sup>9</sup>, y que este "tipo" podría observarse con mayor frecuencia en regiones donde el uso de moto es más habitual. Pero eso no resulta evidente a partir de la información disponible, debido a que los informes ofrecen resultados que vinculan dos o tres variables. El uso de métodos multivariados es poco común en el área, a pesar de que se reconoce ampliamente que los siniestros viales responden a procesos multifactoriales. A su vez, la posibilidad de elaborar tipologías multivariadas tiene un valor aplicado: permite segmentar mejor los grupos y factores de riesgo y ofrecen una base más adecuada para orientar políticas en seguridad vial.

En el presente trabajo se analizaron, desde una perspectiva multidimensional, los datos oficiales sobre fallecidos en ocasión de siniestros de tránsito en la provincia de Buenos Aires<sup>8</sup>. El primer objetivo fue construir una tipología de siniestros viales con fallecidos mediante la aplicación de métodos de clasificación jerárquica. Un segundo objetivo fue analizar la distribución de los conglomerados en distintas zonas de la provincia, para explorar posibles similitudes y diferencias regionales en los patrones de siniestralidad vial.

## MÉTODOS

### TIPO DE DISEÑO

Se realizó un estudio no experimental, transversal y correlacional.

### FUENTES DE DATOS

Se trabajó con datos de personas fallecidas en siniestros viales en la provincia de Buenos Aires en 2017 ( $n = 1\ 369$ ), registrados por la Unidad del Observatorio y Estadísticas en Seguridad Vial del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires y de Acceso Abierto<sup>8</sup>. Según describe el informe oficial, las principales fuentes de información utilizadas para obtener datos fueron: 1) el Ministerio de Seguridad (Dirección de Planificación y Policamiento Predictivo), encargado de brindar la información referente a los lesionados y fallecidos en el lugar del hecho (sistema de alertas tempranas, SAT); 2) el Ministerio de Salud (Dirección de Información en Salud), que realiza un seguimiento a la estadística de los

lesionados fallecidos dentro de los 30 días posteriores al siniestro con datos provenientes de las bases de egresos hospitalarios y las defunciones generales; y 3) el Ministerio Público de la provincia de Buenos Aires que, a través de la información de las causas iniciadas por homicidios culposos, corrobora la causa de fallecimiento en caso de defunciones con causas externas sin especificar y complementa la información faltante en una u otra base (los datos obtenidos mediante este procedimiento reciben el nombre de 'reparos'). Dichos organismos fueron convocados y coordinados por la Dirección Provincial de Estadística (DPE) y la Unidad del Observatorio y Estadísticas en Seguridad Vial. La base de datos utilizada se encuentra disponible en su sitio web<sup>9</sup>. Estos datos se complementaron con información facilitada por la Unidad del Observatorio y Estadísticas en Seguridad Vial, Ministerio de Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

### PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS

Los datos se procesaron y analizaron en tres fases.

**Fase 1:** corresponde al preprocesamiento de datos. Dada la complejidad y el volumen de información disponible, se llevó adelante una fase de preprocesamiento de datos, que consistió en tareas de evaluación de calidad, depuración y recodificación de algunas variables. Si bien se trató de conservar la mayor cantidad posible de casos, algunos debieron eliminarse ( $n = 215$ ), ya que tenían tres o más datos faltantes, lo que imposibilitaba su tratamiento multivariado. Por el contrario, se conservaron los casos que tenían uno o dos datos sin especificar. En la variable "edad", hubo 116 datos faltantes; no obstante, si dentro del caso solo faltaba este dato, se decidió conservarlo para no perderlo y se codificó como "edad sin especificar".

Dado que el análisis de correspondencias múltiples (ACM) trabaja con variables cualitativas, la variable "edad" se redujo luego a cuatro categorías o grupos etarios, según criterios utilizados en estudios previos<sup>10,11</sup>: 1 a 17 años (menor); 18 a 35 años (adulto joven); 36 a 65 años (adulto); y 66 años o más (adulto mayor). Luego se combinó la variable "edad" con la variable "sexo" (p. ej., femenino adulto). En los casos donde faltaba la edad, se codificaron como sin especificar (SE): "masculino SE" y "femenino SE". No hubo faltantes en la variable sexo.

Por otra parte, las variables originales referidas al tipo de vehículo y la función de la víctima (conductor o pasajero) se combinaron en una variable denominada "usuario del tránsito" (p. ej., conductor de moto, pasajero de moto, ciclista y peatón). Además, se generaron dos categorías generales para los casos con datos sin especificar: "conductor sin especificar vehículo" y "pasajero sin especificar vehículo". Como resultado, se trabajó con las siguientes cuatro variables: grupos de sexo y edad (10 categorías), usuario del tránsito (10 categorías), momento del día (3 categorías), y tipo de vía (5 categorías) (Ver Cuadro 1). Una vez que se efectuaron los procedimientos necesarios para depurar los objetos de la base de datos

CUADRO 1. Variables y categorías utilizadas  $n=1154$ .

Variable	Etiqueta (abreviatura)	N (%)
Grupos de sexo y edad (años)		
Femenino menor ( $\leq 17$ )	Fmenor	23 (2,0)
Femenino adulto joven (18-35)	Fadjoven	76 (6,6)
Femenino adulto (35-65)	Fadulto	77 (6,7)
Femenino adulto mayor ( $>66$ )	FAmayor	48 (4,2)
Femenino sin especificar edad	FSE	23 (2,0)
Masculino menor ( $\geq 17$ )	Mmenor	64 (5,5)
Masculino adulto joven (18-35)	Madjoven	384 (33,3)
Masculino adulto (35-65)	Madulto	277 (24)
Masculino adulto mayor ( $>66$ )	MAmayor	86 (7,5)
Masculino sin especificar edad*	MSE	96 (8,3)
Usuario (ubicación en el vehículo)		
Conductor de auto	Autocond	223 (19,3)
Pasajero de Auto	Autopas	175 (15,2)
Ciclista	Bicicond	44 (3,8)
Conductor de camión	Camioncond	22 (1,9)
Pasajero de camión	Camionpas	6 (0,5)
Conductor de moto	Motocond	346 (30)
Pasajero de moto	Motopas	83 (7,2)
Peatón	Peatón	164 (14,2)
Conductor sin especificar vehículo	SECond	56 (4,9)
Pasajero sin especificar vehículo	SEPas	35 (3)
Momento del día		
Día	Diurno	524 (45,4)
Noche	Nocturno	627 (54,3)
Sin especificar	Momento SE	3 (0,3)
Tipo de vía		
Calle	Calle	557 (48,3)
Autopista	Autopista	60 (5,2)
Ruta nacional	Ruta Nacional	290 (25,1)
Ruta provincial	Ruta Provincial	221 (19,2)
Sin especificar	Tipo de vía SE	26 (2,3)

y se eliminaron casos con datos faltantes, la muestra resultante fue de  $n = 1154$ . La edad de los sujetos osciló entre 1 y 94 años, con una media = 38,71; desviación estándar (DS) = 19,89; cuartil 1 (Q1) = 23; cuartil 2 (Q2) (mediana) = 34; cuartil 3 (Q3) = 54; rango intercuartil (Q3-Q1) = 31; moda = 21, con 43 casos). El 78,7 % de los individuos de la muestra eran de sexo masculino.

**Fase 2:** reducción de dimensionalidad. Luego de tener una matriz de datos más adecuada para el análisis, se procedió a la construcción de una tipología empírica de siniestros viales con fallecidos mediante la aplicación de métodos de clasificación jerárquica. Esta clasificación incorpora de manera simultánea las distintas variables disponibles en las bases oficiales (sexo, edad, función de las víctimas, tipo de vehículo, tipo de vía y momento del siniestro). Este procedimiento permite realizar

una agrupación progresiva de casos en función de sus similitudes y diferencias, y genera una estructura jerárquica que puede luego ser particionada en distintos niveles. El análisis de conglomerados fue realizado mediante la función HCPC (por sus siglas en inglés de *hierarchical clustering principal components*), según las recomendaciones de Husson, Josse y Pagès<sup>12</sup>. Puesto que los datos son categóricos, se utilizó un ACM como paso previo a la clasificación, y se conservaron las cinco primeras dimensiones del análisis. Los análisis se realizaron con FactoMineR®, un paquete de análisis multivariado en R<sup>13,14</sup>. Luego de la clasificación, se realizó una descripción de las clases resultantes en función de sus principales características, es decir, las categorías de variables más representativas de cada conglomerado.

**Fase 3:** por último, se analizó la distribución de los conglomerados en distintas zonas de la provincia, utilizando como criterio geográfico las zonas de influencia de las regiones sanitarias de la provincia de Buenos Aires<sup>15</sup>. Se exploraron las posibles similitudes y diferencias regionales en los patrones de siniestralidad vial. Se asignaron los casos a su región mediante el identificador del municipio, disponible en la base de datos original. Por último, se utilizó un nuevo análisis de clasificación para explorar las similitudes entre las regiones sanitarias.

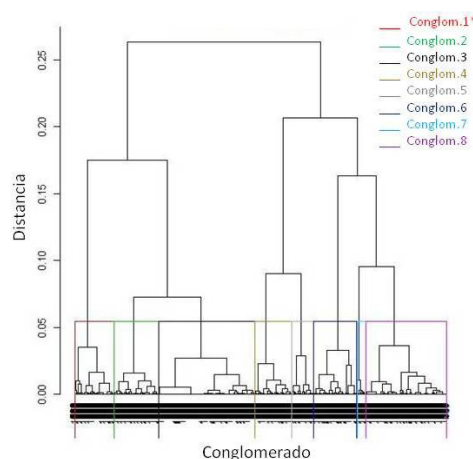
Se ha cumplido con los requerimientos éticos del Área de las Ciencias Sociales del Conicet. Se han analizado datos secundarios, y que están disponibles públicamente para su análisis<sup>8</sup>.

## RESULTADOS

En cuanto a las distribuciones de frecuencia de las variables utilizadas, los resultados de este estudio muestran que la mayor cantidad de fallecidos fueron, según los grupos de edad y sexo, los varones jóvenes (33,3%), seguidos por los varones adultos (24%); y, según el usuario del tránsito, los conductores de motos (30%), seguidos de los conductores de autos (19,3%), pasajeros de auto (15,2%) y peatones (14,2%). Con respecto al momento del día, el 54% de los siniestros ocurrieron a la noche, y en cuanto al tipo de vía, la mayoría ocurrió en la calle (48,3%) (ver Cuadro 1). Estos datos se analizan en detalle en el Informe Oficial<sup>8</sup>, de manera que no nos detendremos mayormente en este punto. No obstante, resulta relevante señalar que puede haber algunas diferencias en los resultados de este trabajo, ya que, como se ha mencionado, se eliminaron algunos casos con datos faltantes y algunas variables fueron recodificadas.

Las variables fueron introducidas en un ACM, previo al análisis de clasificación propiamente (para una inspección en detalle del ACM, ver Anexo A: [http://rasp.msal.gov.ar/rasp/articulos/vol13/AO\\_Montes\\_Anexo1.pdf](http://rasp.msal.gov.ar/rasp/articulos/vol13/AO_Montes_Anexo1.pdf)). Sobre las cinco primeras dimensiones obtenidas en el ACM se aplicó el análisis de clasificación, cuyo resultado puede visualizarse en el Gráfico 1. El gráfico muestra el árbol de clasificación jerárquica (dendrograma), donde los casos se agrupan en

**GRÁFICO 1.** Clasificación jerárquica: dendrograma y partición en ocho grupos.



\*Conglom.: Conglomerado.

Elaboración propia. Gráfico realizado con FactoMineR®<sup>13,14</sup>.

forma ascendente y progresiva según sus similitudes. En principio, se observan dos posibilidades de partición, una que daría lugar a cinco clases y otra que tendría como resultado ocho grupos o conglomerados. Se evaluaron ambas opciones según las características asociadas a cada una de las clases resultantes. Sobre esa base, se decidió una partición en ocho grupos, la cual resultaba más informativa y ofrecía clases con un significado de interés en términos de seguridad vial. En la Tabla 1 se describen las características de los ocho conglomerados obtenidos en la clasificación.

El conglomerado 1 ( $n = 276$ ) nuclea siniestros de moto en ciudad, donde sus protagonistas son conductores, hombres y jóvenes. En este conglomerado se encuentra el 78% de los conductores de motos y el 57,5% de los varones jóvenes. El conglomerado 2 ( $n = 110$ ) está formado por pasajeros de moto que participaron de siniestros en ciudad (el 98,8% de los pasajeros de moto está en este conglomerado), e incluye principalmente niñas, adolescentes y mujeres jóvenes. El conglomerado 3 ( $n = 109$ ) está compuesto en su mayoría por peatones (el 50% de los peatones se ubica en este grupo) de sexo masculino, menores y con edad sin especificar, en siniestros que ocurren en horario nocturno. El conglomerado 4 ( $n = 117$ ) se caracteriza por siniestros que involucran hombres adultos mayores, ciclistas (el 93,2% de los ciclistas), en la ciudad y, sobre todo, de día. Además, aquí se encuentra la totalidad de los casos en donde no se ha especificado el momento del día, así como algunos peatones. El conglomerado 5 ( $n = 216$ ) está compuesto por conductores de auto (y de otro vehículo sin especificar), varones adultos, que tuvieron siniestros en ruta (provincial o nacional). Aquí también se encuentra el 50% de los casos donde no se especificó si el siniestro fue en ruta o en la calle. Un sexto grupo ( $n = 25$ ) se caracteriza por la totalidad de conductores

TABLA 1. Descripción de los ocho conglomerados que definen la tipología.

Número de conglomerado y descripción resumida	n	%	Media de edad (años) (DS)*	Principales categorías	% del conglomerado en la categoría	% de la categoría en el conglomerado
1. Conductores de moto en ciudad, principalmente jóvenes de sexo masculino	276	26,6	29,3 (10,1)	Conductor de moto	78	86,3
				Joven masculino	57,5	70,6
				Calle	44,2	78,6
2. Pasajeras de moto en ciudad, jóvenes y menores de edad	110	10,6	23,6 (13,7)	Pasajero de moto	98,8	73,2
				Menor femenino	100	20,5
				Joven femenino	39,5	26,8
				Calle	14	69,6
3. Peatones, varones principalmente menores de edad, en la ciudad, en horario nocturno	109	10,5	25,8 (14,9)	Peatón	50	59,2
				Menor masculino	59,4	27,5
				Calle	17,2	69,6
				Masculino SE edad†	29,2	20,3
				Nocturno	14,8	67,4
4. Ciclistas en la ciudad, varones adultos mayores, principalmente en horario diurno. Algunos peatones.	117	11,3	64,2 (17,9)	Masculino adulto mayor	90,7	66,1
				Ciclista	93,2	34,7
				Diurno	14,5	64,4
				Peatón	20,1	27,9
				Calle	13,3	62,7
				Momento SE	100	2,5
5. Conductores de auto en ruta, principalmente adultos de sexo masculino	216	20,8	45 (12,6)	Masculino adulto	57,4	71
				Conductor de auto	64,1	63,8
				Ruta provincial	45,2	44,6
				SE cond‡	64,3	16,1
				Tipo de vía SE	50	5,8
				Ruta nacional	26,2	33,9
6. Conductores y pasajeros de camiones, en rutas, varones adultos	25	2,4	41,4 (14,1)	Conductor de camión	100	64,7
				Ruta nacional	9,3	79,4
				Pasajero de camión	100	17,6
				Masculino SE edad	9,4	26,5
7. Mujeres adultas mayores, peatones y también pasajeras de auto	51	4,9	71,8 (13,9)	Femenino adulto mayor	97,6	66,7
				Femenino SE edad	73,9	23,9
				Peatón	18,9	43,6
				Pasajero de auto	15,4	38
				Diurno	9,7	71,8
				Ruta provincial	12,2	38
8. Pasajeros de auto y de otro vehículo sin especificar, en ruta, mujeres jóvenes y adultas	134	12,9	35,7 (17,1)	Pasajero de auto	60	72,9
				Ruta nacional	30	60,4
				Femenino adulto	48,1	25,7
				Femenino adulto joven	46,1	24,3
				Pasajero SE	62,8	15,3

\*La media de la edad fue calculada sobre un *n* de 1 038, ya que hay 116 faltantes en esta variable.  
 DS: desviación estándar; SE: sin especificar; Cond: Conductor.

y pasajeros de camiones que tuvieron choques en ruta. Es el más pequeño de todos los conglomerados (2,4%). El séptimo grupo (*n* = 51) se caracteriza por estar formado casi en su totalidad por mujeres adultas mayores (media = 71,8 años; DS = 13,9) y otras que no

se ha especificado la edad, pasajeras de auto (15,4%) que tuvieron choques en ruta, principalmente de día. En este conglomerado también se encuentran algunos peatones (18,9%). Por último, el conglomerado 8 (*n* = 134) también está formado por pasajeras de auto (y otro



vehículo sin especificar) que participaron de siniestros en ruta, pero en este caso son, en su mayoría, mujeres jóvenes y adultas.

En el Gráfico 2 se muestra la distribución porcentual de los conglomerados en la muestra total. En este gráfico, cada punta representa el porcentaje del conglomerado. Se pueden observar los dos picos de los conglomerados con mayor número de casos, correspondientes a jóvenes conductores de moto (conglomerado 1) y adultos conductores de auto (conglomerado 5). En el Gráfico 3 se muestra la misma información, pero dentro de cada región sanitaria. En este caso, el diagrama en color rojo muestra el perfil de la región, mientras que el diagrama celeste muestra el perfil para el total de la provincia (es equivalente al Gráfico 2).

En el Gráfico 3 se observa que el conglomerado 1 es, en términos relativos, más típico de las siguientes regiones sanitarias (acompañados del nombre del municipio cabecera de la región): XII (La Matanza) (48,9%), VI (Lomas de Zamora) (41,1%), VII (Gral. Rodríguez) (31,5%), V (Gral. San Martín) (30,6%), y XI (Ensenada) (29,8%). Las regiones sanitarias X (Chivilcoy) (7,1%) y II (Pehuajó) (8,6%) tienen los porcentajes más bajos de este conglomerado.

Por su lado, el conglomerado 5 es más frecuente en las regiones sanitarias X (Chivilcoy) (37,5%), I (Bahía Blanca) (31,6%), IX (Azul) (25,9%) y VIII (Gral. Pueyrredón) (25,5%). Otros datos destacados son: el conglomerado 2 es más frecuente en la VI (Lomas de Zamora) (14%), el conglomerado 3 en la XII (La Matanza) (20%), los conglomerados 4 y 6 en la IV (Pergamino) (16,3% y 10,2%, respectivamente), el conglomerado 7 en la II (Pehuajó) (17,1%) y la IX (Azul) (13,8%), y el conglomerado 8 en la III (Junín) (23,2%) y la I (Bahía Blanca) (22,8%).

En el Gráfico 4 se muestra un análisis de clasificación de las regiones basado en sus similitudes en los perfiles de distribución de los conglomerados. En primer lugar, el dendrograma permite visualizar dos grandes grupos: a la izquierda, las regiones sanitarias del conurbano

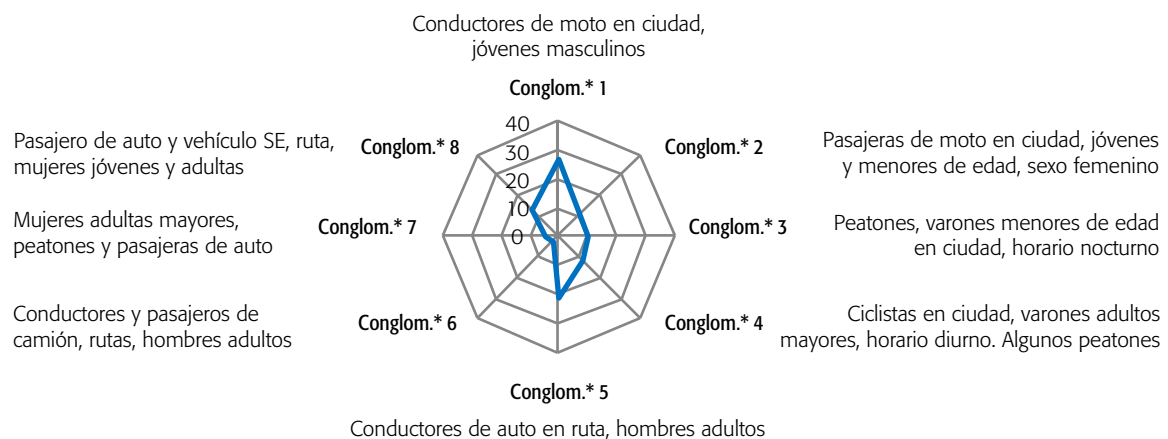
bonaerense (Regiones Sanitarias V, VI, VII, y XII) y Ensenada, y a la derecha, el resto de las regiones. Como se ha señalado, el primer grupo corresponde a un perfil caracterizado por la frecuencia relativa de los siniestros de motos en jóvenes, mientras que en el segundo grupo los usuarios de automóviles tienden a ser más frecuentes. En el mapa factorial se observan con claridad cuáles son las regiones que están más próximas y las más alejadas según su perfil en la tipología, y las agrupaciones generadas en este nuevo análisis.

A su vez, dentro las regiones del conurbano bonaerense y Ensenada, se pueden diferenciar dos grupos: uno con mayor cantidad de siniestros (regiones VII: Gral. Rodríguez; V: Gral. San Martín y XI: Ensenada) y otro con menos siniestros (VI: Lomas de Zamora y XII: La Matanza). Luego, dentro del resto de las regiones (interior de la provincia), se distinguen dos con patrones muy parecidos. Por un lado, la región sanitaria VIII (Gral. Pueyrredón) y III (Junín), ambas con una cantidad similar de fallecidos en siniestros de motos y de autos (si bien menor a las regiones del conurbano) y, por otro lado, las regiones sanitarias IX (Azul) y X (Chivilcoy), con mayor cantidad de siniestros de autos que de motos (pero menos que la región sanitaria VIII). Por último, la región sanitaria I (Bahía Blanca), dentro de las regiones del interior, es la que tuvo mayor cantidad de siniestros de automóviles y más del doble que de motos (para la Tabla de contingencia entre conglomerado y región sanitaria, ver Anexo B: [http://rasp.msal.gov.ar/rasp/articulos/vol13/AO\\_Montes\\_Anexo2.pdf](http://rasp.msal.gov.ar/rasp/articulos/vol13/AO_Montes_Anexo2.pdf)).

## DISCUSIÓN

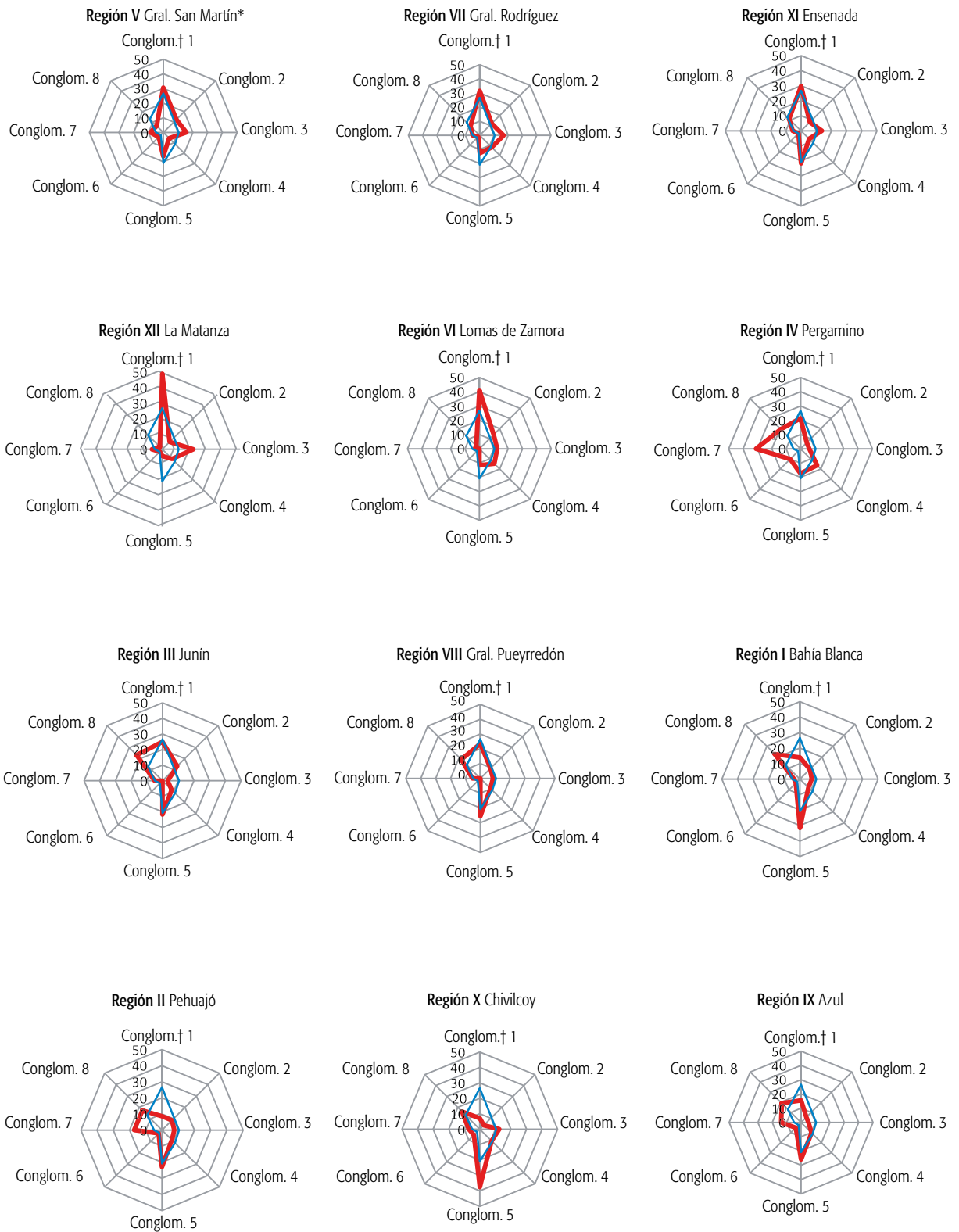
El análisis de clasificación jerárquica de las variables disponibles en la base de datos permitió identificar ocho conglomerados (*clusters*) con perfiles diferenciados, que a su vez se distribuyen de manera diferente en las regiones sanitarias. Los conglomerados con mayor cantidad de casos fueron dos: uno correspondiente a hombres jóvenes conductores de moto que fallecen

GRÁFICO 2. Distribución porcentual de los conglomerados en el total de la muestra.



Conglom.\*: Conglomerado.

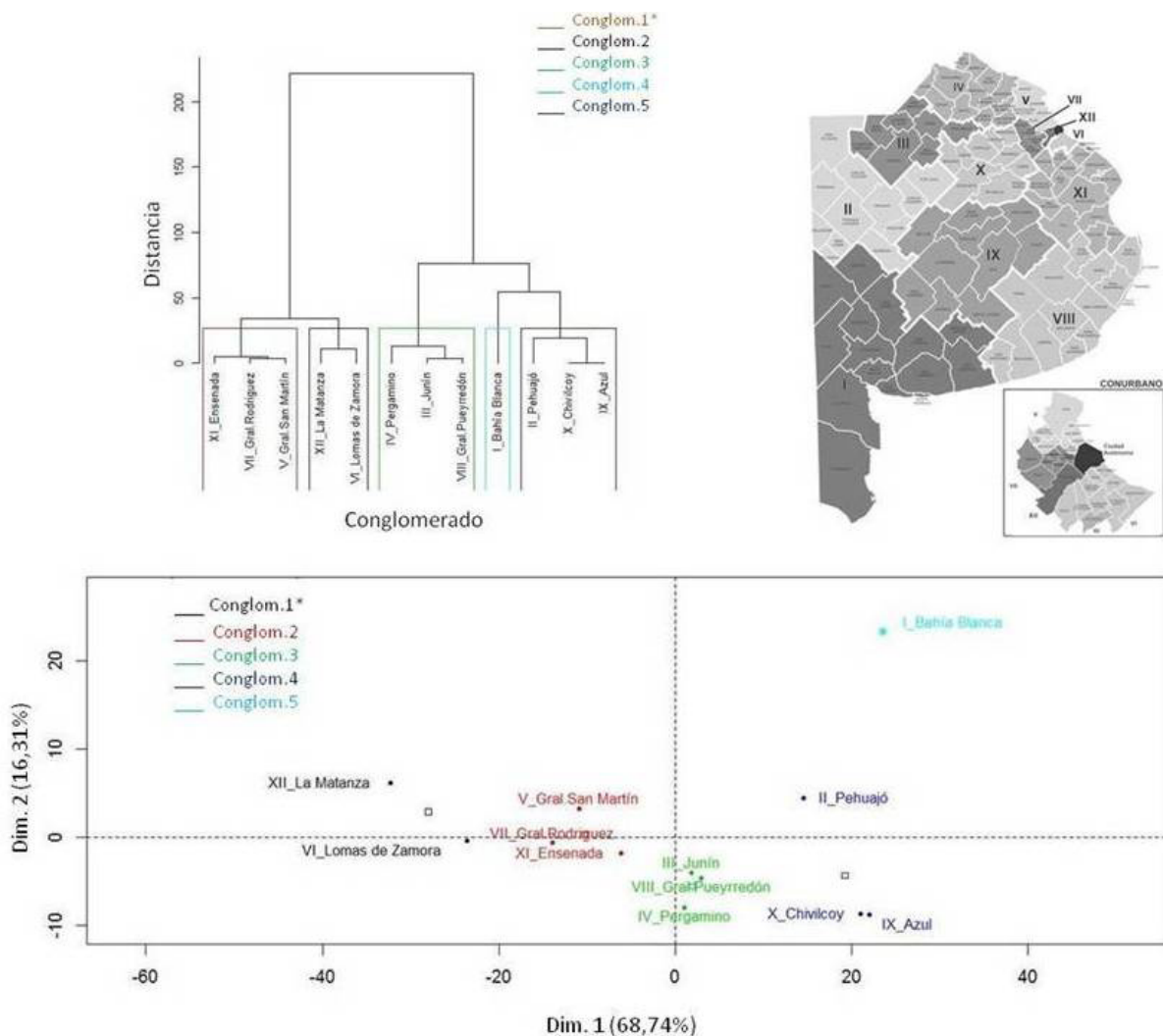
GRÁFICO 3. Gráficos de radar con la distribución porcentual de los conglomerados por región sanitaria.



— Perfil porcentual para la región — Perfil porcentual medio (total de la muestra)

\*El nombre indica el municipio cabecera de la región sanitaria. †Conglomerado.

GRÁFICO 4. Clasificación jerárquica de las regiones sanitarias de la provincia de Buenos Aires\*.



\*Mapa tomado de la referencia 15; †Los nombres incluidos corresponden a los municipios cabecera de cada región sanitaria.

Conglom.\*: Conglomerado; Dim: dimensión.

Elaboración propia. Gráfico realizado con FactoMineR® 12, 13

en siniestros de calle (26,6% de la muestra), y otro caracterizado por conductores de automóviles, masculinos y adultos, que fallecen en siniestros en ruta (20,8% de la muestra). En los grandes centros urbanos (Gran Buenos Aires y La Plata, regiones V, VI, VII, XI y XII) prevalecen los conglomerados de fallecidos con motos, seguidos de ciclistas y de peatones. Por su parte, en el norte, centro y sudoeste de la provincia (regiones III, IV, X, y I) prevalecen los siniestros viales con fallecidos con autos y camiones, y hay menos que involucran motos, bicicletas y peatones. Es de destacar que el conglomerado de siniestros fatales con camiones es el más pequeño, pero el 50% se encuentra en el norte de la provincia (regiones IV y V).

Los resultados concuerdan con investigaciones previas que muestran que los motociclistas, peatones y ciclistas, llamados "usuarios vulnerables del tránsito" son los que tienen riesgo más elevado de muerte en las ciudades<sup>3,6</sup>. Asimismo, al igual que en otros estudios,

se ha observado que los hombres, en especial los jóvenes, se encuentran entre los usuarios viales más afectados<sup>3,16</sup>. Esto puede deberse, al menos en parte, a que es el grupo con comportamiento más riesgoso en el tránsito<sup>17,18</sup>. El aumento del riesgo podría relacionarse no solo con variables personales, actitudinales y evolutivas (p. ej., niveles más altos de impulsividad y búsqueda de sensaciones, exceso de velocidad, entre otros), sino también a otros factores, como el uso de modos de transporte intrínsecamente más inseguros, como las motos, y a la falta de uso de medidas de protección como el casco<sup>19,20</sup>. Otro factor que también incide en esta situación corresponde al incremento evidente del parque de motos<sup>16,19</sup>.

Por otro lado, según la zona sanitaria, se han advertido dos grandes perfiles: uno correspondiente al Gran Buenos Aires y otro al interior de la provincia. Dentro del interior, a su vez, también hay regiones con perfiles muy similares



(p. ej., las regiones sanitarias VIII de Gral. Pueyrredón y la III de Junín). Las diferencias en patrones de siniestralidad entre las calles y las rutas también se observaron en estudios comparativos previos entre siniestros urbanos y rurales, en particular en lo que respecta a la capacidad de respuesta y velocidad en la atención de emergencia<sup>21,22</sup>.

También se han observado en este trabajo otras asociaciones entre el tipo de usuario del tránsito y grupos de sexo y edad para destacar. Los que fallecen como peatones son, en términos relativos, adultos mayores (en general, mujeres) o menores de edad. Aquellos que fallecen como pasajeros de vehículo también tienden a ser más del sexo femenino (jóvenes en el caso de las motos, adultas mayores y menores de edad en el caso de los automóviles). Por último, los eventos fatales como ciclistas son característicos del grupo de hombres adultos mayores.

En cuanto a los menores de edad, los resultados coinciden con la literatura previa, que muestra que las muertes más frecuentes ocurren mientras viajan como pasajeros –de moto o automóvil–, seguido por peatones y ciclistas<sup>7</sup>.

Este trabajo presenta algunas limitaciones. La primera se relaciona con algunos problemas en los datos originales, como la cantidad de datos faltantes (mencionado en el trabajo como “categoría sin especificar”). Es relevante señalar que la mayoría de los casos eliminados por datos faltantes proviene de los registros de “egresos hospitalarios” (egresos por defunción dentro de los 30 días posteriores al siniestro) ya que solo constaban el sexo y la edad del fallecido. De esta manera, la mayoría de los casos analizados fueron los provenientes de los registros obtenidos del SAT, correspondientes a los fallecidos en el lugar del hecho, y no se han podido considerar aquellos que han sido hospitalizados. En consecuencia, la distribución (cantidad de fallecidos) no necesariamente refleja la situación de la región, sino que en parte está determinada por las fuentes de información. Se requieren mejoras en los procesos de gestión de datos.

En segundo lugar, el criterio utilizado para diferenciar las zonas geográficas puede tener algunos inconvenien-

tes que deben tenerse en cuenta para interpretar los resultados. Algunas regiones son muy heterogéneas, dado que abarcan varios partidos con diferentes características y densidad poblacional, y la frecuencia de siniestros viales no se distribuye de manera pareja. Por ejemplo, la región sanitaria XI (Ensenada), posee 21 partidos, pero casi la mitad de los siniestros ocurrieron en La Plata (42,2%; seguido de Cañuelas con el 13,7%); y la región sanitaria VIII posee 16 partidos, pero la mayoría ocurrieron en Gral. Pueyrredón (34%, seguido de Balcarce con el 16,5%)<sup>15</sup>.

#### RELEVANCIA PARA POLÍTICAS E INTERVENCIONES SANITARIAS

Más allá de las limitaciones mencionadas, los resultados permiten identificar diferentes perfiles de siniestralidad vial. En este sentido, este trabajo puede ser útil para realizar segmentaciones de usuarios viales y, de esta manera, identificar grupos que compartan características y patrones de comportamiento en el tránsito, para luego focalizar y dirigir intervenciones de un modo más efectivo. Los hallazgos también sugieren que las políticas de prevención provincial deberían ajustarse por grupo y región. Algunas regiones podrían coordinar esfuerzos, ya que poseen perfiles muy similares.

#### RELEVANCIA PARA LA FORMACIÓN DE RECURSOS HUMANOS EN SALUD

Los métodos multivariados pueden ayudar a una mejor comprensión y caracterización de los factores involucrados en los siniestros viales. Estos métodos deberían ser incluidos en los programas de formación en salud.

#### RELEVANCIA PARA LA INVESTIGACIÓN EN SALUD

El presente estudio muestra que los métodos multidimensionales y de clasificación ofrecen una herramienta valiosa para la investigación en el área, ya que resultan de utilidad para identificar grupos o patrones de siniestralidad, y permiten un abordaje más adecuado para la complejidad de los factores de riesgo que afectan la seguridad vial. Se espera que el trabajo incentive una explotación y un uso mejores de los datos oficiales.

**AGRADECIMIENTOS:** a la Unidad del Observatorio y Estadísticas en Seguridad Vial del Gobierno de la Provincia de Buenos Aires.

**DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES:** No hubo conflicto de intereses durante la realización del estudio.

**Cómo citar este artículo:** Montes S, Ledesma R. Muertes por siniestros de tránsito en la Provincia de Buenos Aires (2017): un análisis mediante métodos de clasificación jerárquica. *Rev Argent Salud Pública*. 2021;13: e34. Publicación electrónica 15 Feb 2021

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

<sup>1</sup> Organización Mundial de la Salud. 10 datos sobre la seguridad vial en el mundo. Ginebra: OMS; 2017. [Internet]. Disponible en: <https://www.who.int/features/factfiles/roadsafety/es/>.

<sup>2</sup> Stewart AE, Lord JH. Motor vehicle crash versus accident: a change in

terminology is necessary. *J Trauma Stress*. 2002;15(4):333–335.

<sup>3</sup> Organización Mundial de la Salud. Global status report on road safety 2018. [Internet]. Ginebra: OMS; 2018. Disponible en: [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2018/en/](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2018/en/).

<sup>4</sup> Rolison J, Regev S, Moutari S. What are the factors that contribute to road accidents?

An assessment of law enforcement views, ordinary drivers' opinions, and road accident records. *Accid Anal Prev.* 2018;115:11–24.

<sup>5</sup> Nantulya V, Reich M. Equity dimensions of road traffic injuries in low- and middle-income countries. *Int J Inj Contr Saf Promot.* [Internet]. 2003;10(1):13–20. doi: 10.1076/icsp.10.1.13.14116.

<sup>6</sup> Papadakaki M, Tsalkanis A, Sarris M, et al. Physical, psychological, and economic burden of two-wheel users after a road traffic injury: evidence from intensive care units of three EU countries. *J Safety Res.* [Internet]. 2018;67:155–63. doi:10.1016/j.jsr.2018.10.005

<sup>7</sup> Ministerio de Transporte de la Nación Argentina. Anuario Estadístico de siniestralidad vial, año 2018. [Internet]. 2019. Disponible en: [https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ansv\\_denov\\_anuario\\_2018.pdf](https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/ansv_denov_anuario_2018.pdf)

<sup>8</sup> Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Estadísticas de incidentes viales con fallecidos y lesionados 2017. Provincia de Buenos Aires; 2019. [Internet]. Disponible en: <http://www.gob.gba.gov.ar/portal/portalgba/dppsv/Informe.pdf>

<sup>9</sup> Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Base de datos. Fallecidos con siniestros viales. Años 2017 [Internet]. Disponible en: [https://www.gba.gov.ar/seguridad-vial/observatorio\\_vial](https://www.gba.gov.ar/seguridad-vial/observatorio_vial).

<sup>10</sup> Trógo M, Tosi J, Poó F, Ledesma R, Medrano L, Dominguez-Lara S. Factor structure and measurement invariance of the multidimensional driving style inventory across gender and age: an ESEM approach. *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav.* [Internet]. 2020;71:23–30.

<sup>11</sup> Poó F, Ledesma R. A study on the relationship between personality and driving styles. *Traffic Inj. Prev.* [Internet]. 2013;14(4):346–352.

<sup>12</sup> Husson F, Josse J, Pagès J. Principal component methods - hierarchical clustering - partitioning: why would we need to choose for visualizing data? Technical Report of the Applied Mathematics Department (Agrocampus); 2010. [Internet]. Disponible en: [http://factominer.free.fr/docs/HPC\\_husson\\_josse.pdf](http://factominer.free.fr/docs/HPC_husson_josse.pdf)

<sup>13</sup> Husson F, Josse J, Le S, Mazet J. FactoMineR: multivariate exploratory data analysis

and data mining with R. R package version 1.18, 2012. [Internet]. Disponible en: <http://CRAN.R-project.org/package=FactoMineR>.

<sup>14</sup> Husson F, Josse J, Le S, Mazet J, Husson MF. Package FactoMineR. 2019. [Internet]. Disponible en: <http://mirror.its.sfu.ca/mirror/Cran/web/packages/FactoMineR/FactoMineR.pdf>

<sup>15</sup> Gobierno de la Provincia de Buenos Aires. Regiones sanitarias de la Provincia de Buenos Aires, 2016. [Internet]. Disponible en: <http://www.ms.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2016/06/Regiones-Sanitarias.pdf>

<sup>16</sup> Organización Mundial de la Salud. Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. Ginebra: OMS; 2013. [Internet]. Disponible en: [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/report/summary\\_es.pdf](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf)

<sup>17</sup> Ledesma RD, López SS, Tosi JD, Poó FM. Motorcycle helmet use in Mar del Plata, Argentina: prevalence and associated factors. *Int J Inj Contr Saf Promot.* [Internet]. 2014; 22(2):172–176.

<sup>18</sup> Papadakaki M, Tzamalouka G, Orsi C, Kritikos A, Morandi A, Gnardellis C, et al. Barriers and facilitators of helmet use in a Greek sample of motorcycle riders: which evidence? *Transp Res Part F Traffic Psychol Behav.* [Internet]. 2013;18:189–198.

<sup>19</sup> Tosi JD, Ledesma RD, Poó FM, Montes SA, López SS. Prevalencia y evolución del uso de casco en ocupantes de motocicletas en una ciudad argentina (Mar del Plata, 2006–2014). *Salud Colectiva.* 2016;12(1):85–95.

<sup>20</sup> Laapotti S, Keskinen E, Hatakka M, Katila A. Novice drivers' accidents and violations - a failure on higher or lower hierarchical levels of driving behaviour. *Accid Anal Prev.* 2001;33(6):759–769.

<sup>21</sup> Park J, Kim H, Choi, H. Comparison of the characteristics and injury severity of passengers in motor vehicle accidents between urban and rural cities in South Korea. *Clin Exp Emerg Med.* 2020;7(1):30.

<sup>22</sup> Wu Q, Zhang G, Zhu X, Liu XC, Tarefder R. Analysis of driver injury severity in single-vehicle crashes on rural and urban roadways. *Accid Anal Prev.* 2016;94:35–45.



Esta obra está bajo una licencia de *Creative Commons* Atribución-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional. Reconocimiento – Permite copiar, distribuir y comunicar públicamente la obra. A cambio se debe reconocer y citar al autor original. No comercial – esta obra no puede ser utilizada con finalidades comerciales, a menos que se obtenga el permiso.