

---

This is the **published version** of the bachelor thesis:

Tárrega Larrea, Salomé; Riba i Lloret, M. Dolors, dir. Uso de la telefonía móvil en la conducción : Efectos de la comunicación con manos libres sobre la conducción simulada. 2007. 152 p.

---

This version is available at <https://ddd.uab.cat/record/44604>

under the terms of the  license

Uso de la telefonía móvil en la conducción:

EFFECTOS DE LA COMUNICACIÓN  
CON MANOS LIBRES  
SOBRE LA CONDUCCIÓN SIMULADA

Salomé Larrea Tárrega

Dirigido por:

Dra. M<sup>a</sup> Dolors Riba Lloret

Departamento de Psicobiología y Metodología de Ciencias de la Salud  
Facultad de Psicología  
Universidad Autónoma de Barcelona

Proyecto de investigación correspondiente al programa de tercer ciclo del  
Departamento de Psicología de la Salud y Psicología Social:  
Doctorado en Psicopatología Infanto-Juvenil

**Bellaterra, Septiembre 2005**



*A mis hermanos y a mi hermana, porque cuando me ha faltado el tiempo ellos me han regalado el suyo:*

*A **Víctor**, por sus mimitos y sus masajes.*

*A **Pol** por su ayuda, sus pacientes lecturas, por sus sugerencias, pero sobretodo por seguir cuidándome como lo hace.*

*A **Ceci** -especialmente a ella- porque quizá sólo ella sepa cuánto ha supuesto este trabajo para mí. Y porque ella quizá no sepa cuánto ha significado para mí tenerla **conmigo** estos 2 años.*

**Agradecimientos:**

*Mi sincero agradecimiento a mi tutora, **Dolors Riba**, por la confianza que depositó en mí desde el primer día. Gracias por darme la oportunidad de trabajar en un proyecto que me interesa, me despierta inquietudes y con el que me siento muy cómoda y motivada. Gracias también por hacerme sentir siempre tan capaz. Gracias por sus críticas y valoraciones. Y mi admiración por la gran capacidad de trabajo que hace tan fructíferas cada una de las reuniones.*

*A **Eduardo Doval** y a **Carme Viladrich**, mi sincero agradecimiento también, por el tiempo dedicado, por la colaboración en el proyecto, por su valiosa ayuda, y en especial por su cálido apoyo.*

*Gracias a todos y cada uno de los conductores y también a los “ganchos” que han participado desinteresadamente.*

*Gracias a **Ignacio Morgado** por el material que me ha ofrecido y facilitado.*

*Un fuerte beso a todo “el equipo PDAI” por su apoyo, por hacer más agradable mi trabajo estos años y por los ánimos que tan bien me han venido.*

*A **Roser Granero**, un abrazo y mi agradecimiento por sus sabios consejos.*

*Un beso con especial cariño y un cálido abrazo a mis compañeros de despacho: **Elena, Alberto y Diego** por ser mucho más que eso.*

*Y por supuesto, todo mi cariño y mucho más a los míos -familia y amigos- quiénes me proporcionan los mejores ingredientes para poder disfrutar de tantas otras cosas necesarias para poder “ser persona” y trabajar duro. Gracias especialmente a: **Anna, Ana Cecilia, Ingrid, Desi, Lara, Laura, Gina, Raquel, Rosi, Dani, David, David Vera, Francesc, Francisco, Jordi, Marce y Simone**. A todos ellos besos y abrazos con denominación de origen.*

# INDICE

<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>9</b>
1.1 Preocupaciones de ayer, de hoy... ¿De mañana?.....	9
1.1.1 Accidentalidad.....	9
1.1.2 Factores de riesgo .....	12
1.2 Conducción y comportamientos asociados.....	19
1.2.1 Hábitos inadecuados.....	19
1.2.2 Uso del teléfono móvil.....	21
1.2.3 Regulación del uso del teléfono móvil.....	24
1.3 Comunicación telefónica durante la conducción .....	27
1.3.1 Los riesgos.....	28
1.3.2 Los efectos.....	32
1.3.3 Los procesos psicológicos implicados .....	36
1.4 La telefonía móvil como amenaza: estado de la cuestión .....	43
<b>2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....</b>	<b>49</b>
<b>3 MÉTODO.....</b>	<b>51</b>
3.1 Materiales.....	51
3.1.1 Cuestionarios .....	51
3.1.2 Recursos informáticos.....	51
3.1.3 Diseño de Circuitos Viales .....	54
3.2 Procedimiento .....	59
3.2.1 Selección de los participantes.....	59
3.2.2 Fase de aprendizaje.....	59
3.2.3 Fase experimental.....	60
3.3 Diseño .....	63
3.4 Análisis de los datos.....	67
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
4.1 Muestra.....	69
4.1.1 Perfil como conductores.....	69
4.1.2 Uso del móvil durante la conducción .....	70
4.2 Establecimiento de las medidas de línea base. ....	71
4.3 Efectos de la comunicación sobre la conducción .....	75
4.3.1 Escenario Semáforo.....	75
4.3.1.1 Recepción de una llamada .....	75
4.3.1.2 Mantenimiento de una conversación .....	77
4.3.2 Escenario Curva.....	79
4.3.2.1 Recepción de una llamada .....	79
4.3.2.2 Mantenimiento de una conversación .....	81
4.4 Resumen de los resultados principales.....	85
4.5 Valoración de la utilidad de los criterios de aprendizaje. ....	87

<b>5</b>	<b>DISCUSIÓN.....</b>	<b>95</b>
<b>6</b>	<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>103</b>
<b>7</b>	<b>ANEXOS.....</b>	<b>111</b>
<b>7.1</b>	<b>Cuestionarios .....</b>	<b>113</b>
<b>7.2</b>	<b>Archivos programación circuitos y escenarios.....</b>	<b>119</b>

## PRESENTACIÓN

La psicología como ciencia dedica su actividad desde hace décadas a dar respuesta a diferentes demandas sociales, aportando los conocimientos y las técnicas de que dispone. Uno de los campos en los que la aplicación de sus conocimientos y métodos ha resultado ser de gran utilidad, es sin duda el de la conducción y la seguridad vial por las dimensiones psicológicas que están implicadas. Al respecto, puede hablarse con total propiedad de una tradición española en el estudio de la psicología aplicada a este ámbito (Tortosa, Montoro y Carbonell, 1989).

En estas últimas décadas, el mundo que nos rodea está cambiando y evolucionando con rapidez, en especial, en lo que respecta a los avances tecnológicos. La aparición, el desarrollo y la popularización del uso de las nuevas tecnologías de la información y de la comunicación (TIC) han tomado especial relevancia en las últimas décadas. El teléfono móvil dentro de la denominadas TIC apareció hace unas décadas como instrumento de comunicación para profesionales, pero en la última década se ha convertido en un aparato de uso cotidiano para toda la población. La gran ventaja de la telefonía móvil es la libertad que proporciona para comunicarse donde quiera que uno se encuentre. Las personas pueden recibir y realizar llamadas desde su propio teléfono en cualquier situación y en cualquier lugar por ejemplo: caminando por la calle, descansando en la playa, comiendo en un restaurante, conduciendo en el coche, etc... Este hecho ha tenido a su vez consecuencias en según qué contextos, puesto que no siempre se tiene claro cuándo el uso del móvil resulta conveniente y cuándo no. En ciertos contextos la no conveniencia se justifica por resultar molesto para el resto de personas que se encuentran alrededor, como por ejemplo un cine o una conferencia. En otros, se justifica por su peligrosidad, como por ejemplo durante un vuelo o repostando en una gasolinera.

En contextos como las carreteras, puede decirse que desde su aparición generalmente se ha contemplado el uso de la telefonía móvil como una amenaza potencial de la seguridad. Desde esta visión, la cuestión concreta de en qué modo y medida puede resultar peligroso utilizar un teléfono mientras se conduce ha despertado muchas inquietudes.

Desde la psicología, como ciencia vinculada con la seguridad vial, se está tratando de dar respuesta a tales inquietudes.

La presente investigación, enmarcada en el campo de la seguridad vial, se ha diseñado y llevado a cabo desde una perspectiva psicológica. En el desarrollo de esta investigación, se realizó un experimento de conducción simulada en el que se emuló una conversación con manos libres. El objetivo fue aportar información acerca de los posibles efectos de la comunicación mediante teléfono móvil sobre la conducción segura de un vehículo. En este sentido, los resultados que de ella se desprenden pueden resultar interesantes tanto para profesionales de campos afines al de la Seguridad Vial, como también para la sociedad en general.

La primera parte de este trabajo es introductoria y consta de tres grandes apartados. El primero de ellos nos aproxima a la problemática actual de la accidentalidad. Con la presentación de diferentes estadísticas recientes se da cuenta de la magnitud y la naturaleza de dicha problemática. A continuación se presentan los factores de riesgo implicados desde una perspectiva sistémica que concibe el



accidente como un fallo en la interacción entre conductor, vehículo y vía-entorno. El desarrollo de este primer apartado lleva a considerar el papel crucial de los factores relacionados con el comportamiento del conductor como desencadenantes de los accidentes. Además, se presentan los factores más frecuentes entre las causas de accidentes: la infracción de normas de circulación y la distracción. Esta conclusión da sentido al segundo apartado en el que se revisan los hábitos inadecuados más frecuentes de los conductores y también, los que suponen una fuente de distracción, concediendo un lugar destacado al teléfono móvil como posible causante de distracción, y por extensión como posible causante de accidentes. Se revisan también trabajos recientes centrados en el uso de la telefonía móvil por parte de los conductores. Este apartado se cierra con la regulación legislativa que se ha llevado a cabo al respecto. Dado el uso permitido de dispositivos de manos libres, resulta crucial determinar qué aspectos de peligrosidad es atribuible a la manipulación del teléfono, y cuáles al acto comunicativo en sí. Consecuentemente, el tercer apartado de esta primera parte trata de revisar en primer lugar, aquellos trabajos dirigidos a determinar la asociación entre el uso de sistemas de comunicación y la accidentalidad, esto es, estudios epidemiológicos que aportan evidencias para considerar el uso de teléfonos móviles como factor de riesgo de los accidentes. Después se dan a conocer los efectos concretos que tiene dicho uso en el desempeño de la conducción a partir de los resultados de trabajos recientes que facilitan datos acerca de los efectos que tiene el uso del teléfono móvil y la comunicación sobre la conducción. Seguidamente, se caracterizan los procesos psicológicos implicados en la tarea de conducción de modo que podamos situar y entender los efectos provocados por el uso del teléfono móvil y la comunicación, en tanto que elementos que interfieren en el buen funcionamiento de tales procesos. Esta primera parte concluye valorando hasta qué punto la telefonía móvil resulta ser una amenaza para una conducción segura.

En la segunda parte de este trabajo se presentan los objetivos y la metodología empleada en el experimento realizado así como los resultados obtenidos.

Por último, se discuten los resultados, las limitaciones y aportaciones de la investigación desarrollada y se exponen las conclusiones.

# 1 INTRODUCCIÓN

## 1.1 Preocupaciones de ayer, de hoy... ¿De mañana?

### 1.1.1 Accidentalidad

Los avances tecnológicos han ido marcando la evolución de las civilizaciones humanas a lo largo de la historia. La invención del automóvil en el siglo XIX ha resultado ser uno de los grandes avances tecnológicos que ha marcado la humanidad. La aparición y la generalización masiva del uso del automóvil experimentada desde la segunda mitad del siglo pasado han provocado profundos cambios en la economía y en los estilos de vida de diferentes sociedades suponiendo un instrumento de progreso. Este hecho ha traído consigo no sólo innumerables ventajas sino también una serie de efectos secundarios negativos. Éstos, nada despreciables, actúan en prácticamente todos los elementos que configuran la realidad de la humanidad actual, en todos sus niveles y en todos sus ámbitos. Sirva de ejemplo, los efectos sobre el medio ambiente en forma de contaminación atmosférica o acústica. Sin menospreciar la repercusión que tiene cada uno de ellos, la pérdida de vidas humanas supone el mayor de los perjuicios de este avance tecnológico.

Desde que fueran descritas las primeras muertes por accidente de tráfico en Gran Bretaña y en Estados Unidos a principios del siglo XX, se ha ido sucediendo un crecimiento continuo de la cifra de muertes y heridos por esta causa. Los balances de las cifras de accidentalidad de finales del siglo pasado hacen que los investigadores se refieran a ésta como la epidemia del siglo XX (Megía, Morales y Nájera, 1998). Hoy, en los inicios del siglo XXI, las cifras de muertes y heridos por accidente de tráfico siguen siendo escalofriantes. Según los datos del Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS, 2000) desde finales del siglo XIX hasta la actualidad 43 millones de personas han muerto y cerca de 2.000 millones han sufrido heridas. En España murieron más de 270.000 personas y cerca de 16 millones resultaron heridas.

Aunque se señala que los sistemas de información y de los registros existentes son todavía escasos e insuficientes (United Nations, 2003), la cantidad de datos estadísticos sobre los accidentes de tráfico publicados anualmente en diferentes países por los organismos pertinentes es enorme (Montoro, Alonso, Esteban y Toledo, 2000). Éstos son suficientes para dibujar un esbozo de la realidad de la accidentalidad que ayuda a aproximarnos a la verdadera magnitud y naturaleza de una problemática existente. Actualmente, dicho esbozo refleja aún, una situación dramática y crítica, en la que están implicados todos los países del planeta, como muestra un reciente informe realizado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) cuyos resultados fueron presentados y discutidos recientemente en la asamblea de las Naciones Unidas (United Nations, 2003) en términos de crisis mundial. Dicho informe describe entre otros aspectos, la magnitud del problema, las consecuencias sanitarias, sociales y económicas, los factores de riesgo y los determinantes que predisponen a ciertos grupos a la vulnerabilidad de resultar lesionados en el tráfico vial.

Este último balance de la situación, que será revisado a continuación, sigue siendo alarmante, hasta tal punto, que la OMS, con el beneplácito de la ONU, decidió dedicar el día Mundial de la Salud 2004, al tema de la seguridad Vial. (OMS, 2003).

Las cifras presentadas en el informe de la OMS (United Nations, 2003) dan cuenta de la magnitud del problema y de sus implicaciones a nivel tanto económico como social y son dignas de ser mostradas. Por ejemplo, en términos mundiales, el 2'2% de la mortalidad tiene su causa en las lesiones producidas en accidentes de tráfico. Este porcentaje corresponde al 25% del total de las muertes por lesiones. Situándonos en las cifras mundiales referidas al año 2000, las colisiones figuraron en el noveno lugar de las causas principales de carga de morbilidad y provocaron el 2'8% de todas las muertes y discapacidades. En términos absolutos, este porcentaje se traduce en que ese año las lesiones sufridas por accidentes de tráfico se cobraron aproximadamente 1.260.000 vidas. Las tendencias actuales y proyecciones en la motorización indican que esta cifra se incrementará y que en 2020 las lesiones sufridas en accidentes de tráfico podrían convertirse en la tercera causa de muerte y discapacidad, por delante de otros problemas de salud tales como la malaria, la tuberculosis y el VIH/SIDA.

Para los países, el coste económico sanitario de las lesiones y las discapacidades por accidente de tráfico es elevadísimo. Éste anualmente se sitúa entre el 1% y el 3% del producto nacional bruto si tenemos en cuenta las bajas laborales, la incapacidad laboral, el absentismo, la pérdida de productividad, la asistencia sanitaria, la reparación de daños materiales, las tramitaciones, los peritajes, o la atención de todo tipo de secuelas (pensiones por invalidez, orfandad, viudedad, etc.). En términos de cifras absolutas a nivel mundial, las estimaciones indican que dichos costes económicos ascienden a 518.000 millones de dólares anuales. Concretamente, para hacernos una idea más clara, si expresamos en pesetas el coste económico de los siniestros en la Unión Europea éste se sitúa alrededor de los 30-40 billones y en el caso de España esta cifra se sitúa en unos dos billones (teniendo en cuenta todos los efectos derivados de los accidentes).

Además, continuando con este punto de vista económico se debería considerar también, que en el mundo aproximadamente el 50% por ciento de las víctimas mortales por accidentes de tráfico corresponde al sector de la población más productivo. Obviamente, el coste principal no es el económico, sino el que supone la pérdida de vidas humanas implicadas en las cifras mencionadas.

Si releemos las cifras de nuevo, son muchas las víctimas, y en consecuencia junto con ellas, son muchas las familias cuyas vidas experimentan un giro dramático. Las secuelas son importantes tanto a nivel individual y psicológico, como familiar en cuanto a funcionamiento, estructura, organización y economía. Especialmente, en aquellas familias en que uno o más de sus miembros sufre una lesión o traumatismo importante. En efecto, a las cifras de mortalidad hay que añadir los miles de casos de víctimas que sobreviven con lesiones o secuelas irreversibles como paraplejías y traumatismos craneales. Este tipo de lesiones repercute de manera profunda en la calidad de vida tanto de las personas afectadas como de sus familias. Quizá cuando se aprecia más la gravedad de los accidentes de tráfico es en la comparación con otros problemas de salud. Atendiendo a las principales causas de muerte, tomando los años potenciales de vida perdidos como indicador de muerte prematura (Astrain, Bernaus, Claverol, Escobar y Godoy, 2003; Montoro, 2002; Montoro, Alonso, Esteban y Toledo 2000), los accidentes de tráfico se han convertido en el primer problema sanitario del mundo duplicando a determinados tipos de cáncer o de enfermedades cardiovasculares. Y como se mostrará más adelante, ninguna enfermedad se cobra tantas vidas en población joven como los accidentes de circulación.

Resulta especialmente preocupante que más del 50% de la mortalidad mundial debida a lesiones producidas por accidentes de tráfico afecte a la población comprendida entre 15 y 44 años de edad, asimismo la morbilidad es mayor en este grupo de edad sobre cuyos miembros recae alrededor del 60% de la morbilidad mundial anual resultado de lesiones fruto de accidentes de tráfico. Si al año mueren en el mundo 900.000 personas por esta causa, 400.000 son jóvenes entre 17 y 29 años. En Europa de 50.000 muertos, entre ciudades y carreteras, más de 15.000, el 30%, tienen entre 15 y 24 años. En España, la primera causa de muerte en los jóvenes entre 18 y 24 años es precisamente el accidente de tráfico, y uno de cada cuatro muertos por esta causa es menor de 25 años cuando esta población representa sólo el 17% de los conductores.

Ante la situación actual descrita, lo más duro de aceptar es que estas muertes son evitables. A pesar de la connotación de acontecimiento fortuito, los accidentes de tráfico no suceden de forma azarosa. De ser así, el número de accidentes crecería al mismo ritmo que se incrementa el número de vehículos en circulación, y como mostraremos a continuación, esto no sucede. Aunque el número de vehículos de motor per cápita es considerablemente mayor en los países de elevados ingresos, los países de bajos y medianos ingresos tienen tasas más altas de lesionados y fallecidos en colisiones de carretera. Es en los países en desarrollo donde se producen el 90% de la mortalidad mundial debida a colisiones de vehículos de motor. Los datos de muchos países muestran una clara relación entre los crecientes niveles de motorización y el número de muertes producidas en carretera, y la distribución de la accidentabilidad muestra diferencias entre países según el grado de motorización del país. No obstante, no es el crecimiento de la motorización en sí lo que va ligado a un crecimiento de la accidentabilidad. En realidad, es la capacidad de los países para encarar la motorización lo que juega un papel crucial, y se pone de manifiesto especialmente cuando ésta última se produce rápidamente.

Este hecho queda reflejado no sólo en las cifras que marcan las diferencias regionales sino también en quiénes forman el colectivo de víctimas en cuanto a tipo de usuarios de la vía. En los países en vías de desarrollo la mayoría de las víctimas de colisiones viales son usuarios de las vías que no poseen coche ni tienen acceso a él: peatones, motociclistas, ciclistas y usuarios de transporte público; mientras que en los países desarrollados afectan principalmente a los ocupantes de los vehículos (conductores y pasajeros). La capacidad para hacer frente a la motorización, así como el problema mismo responde además de a diferencias económicas y/o de nivel de desarrollo, a diferencias de carácter intercultural. Por ejemplo, en países desarrollados, se han identificado un conjunto de factores que en función de su valor pueden considerarse de protección o de riesgo respecto a la accidentabilidad. Tales factores hacen referencia a valores culturales, el nivel de conciencia de seguridad vial, el nivel exposición al riesgo y la densidad del tráfico.

En definitiva, estamos ante un problema que lejos de ser puntual, tiene años de historia y va cobrando con el tiempo unas dimensiones cada vez más alarmantes. Por su parte, las diferencias expuestas en cuanto al grado de afectación según las regiones geográficas, el sexo, los grupos de edad, etc. denotan la naturaleza del problema. Así pues, éste no responde a un fenómeno de naturaleza fortuita, sino a una serie de determinantes que pueden ser identificados, como veremos en el siguiente apartado.

### 1.1.2 Factores de riesgo

Habiéndonos aproximado a la magnitud del problema, estamos en condiciones de acercarnos a su naturaleza. No parece que el problema de la accidentalidad sea de naturaleza incontrolable o tenga un carácter aleatorio. Debería ser posible conocer las causas de los accidentes y conocerlas se considera primordial para priorizar acciones que contribuyan a la disminución de la siniestralidad, objetivo último de la seguridad vial (United Nations, 2003).

En el ejercicio de establecer qué podría haber provocado un determinado accidente son muchos los elementos ha examinar que configuran las circunstancias en las que se produjo. Es decir, los accidentes de tráfico no son el resultado de un factor simple, sino más bien el producto de una conjunción de muchos factores. Entre todos ellos, existiría un factor que podría considerarse el desencadenante o causa principal del accidente (Clarke, Ward y Truman, 2001; Hill, 2001; Montoro et al., 2000). Algunos accidentes se producen por ejemplo por: un fallo en el sistema de frenado, condiciones atmosféricas adversas, la pérdida del control del vehículo por parte de un conductor fatigado o por el mal estado de la vía etc. En cualquier caso, las causas de todo accidente pueden ser de naturaleza muy diversa y surgen dentro de una compleja red de interacciones entre el conductor, el vehículo y la vía, en unas determinadas condiciones ambientales. Dicho de otro modo, bajo un enfoque sistémico, podríamos considerar que un accidente responde principalmente a un fallo en uno de los distintos elementos que pueden intervenir en el tráfico: factores del vehículo (el vehículo), factores ambientales (la vía-entorno), y factor humano (el comportamiento del conductor) (Allen, Cook, Aponso y Rosenthal, 2004; Hill, 2001; Montoro et al., 2000; Megía et al., 1998; United Nations, 2003).

Los factores relacionados con el vehículo incluyen, entre otros, el tipo de vehículo y sus características, además de su estado, averías y fallos mecánicos, etc. (Allen et al., 2004; Hill, 2001). Según las estadísticas no todos los tipos de vehículo se ven implicados en accidentes en la misma medida. Los turismos concentran la mayor parte de los accidentes. Este hecho seguramente se debe a que la presencia de turismos en las carreteras es mayor que la del resto de vehículos. No obstante, cuando se valoran las consecuencias de los accidentes, la probabilidad de muerte para los ocupantes de un turismo es de la mitad respecto a los de otro tipo de vehículos como tractores, bicicletas, ciclomotores y motocicletas (Montoro et al., 2000; Dirección General de Tráfico, 2000, 2001, 2002 y 2003). Otro factor a tener en cuenta es la antigüedad del vehículo. Con el paso de los años, especialmente a partir de los 8-10 años, se acelera la probabilidad de que se produzca un accidente por fallo mecánico. Un vehículo con más de diez años no tiene la misma capacidad de respuesta que un vehículo nuevo, el cual dispone además, de mecanismos de seguridad pasiva más sofisticados (distintos tipos de airbag, por ejemplo). En condiciones normales las consecuencias de los accidentes en el caso de vehículos nuevos suelen ser mucho menores (Broughton, 2003). Algunas revisiones puntualizan que se ha constatado que el número de vehículos nuevos accidentados es mayor que el de viejos. Esto puede explicarse por la mayor presencia de vehículos nuevos en circulación, es decir, por una menor exposición de los vehículos de mayor antigüedad. Tanto en vehículos nuevos como en antiguos, el estado del vehículo es otro de los factores importantes. Es difícil generalizar qué deficiencias técnicas o fallos mecánicos tienen mayor implicación en los accidentes. Sin embargo, podemos destacar: el mal estado de los neumáticos (implicado aproximadamente en el 48% de

estos casos); los problemas en los frenos y los fallos de iluminación (14%); defectos en la dirección del vehículo (5%) y problemas de sobrecarga o mala distribución (3%) (Montoro et al. 2000; Megía et al., 1998).

En cuanto a las exigencias vía-entorno a las que el conjunto conductor-vehículo debe responder, se consideran “ambientales” factores como: el momento temporal de los accidentes, las condiciones climatológicas, las características de la vía etc. (Allen et al., 2004; Alonso, Esteban, Calatayud, Montoro y Alamar, 2004; Hill, 2001). Podemos distinguir dos conjuntos de factores ambientales en función de su estabilidad. Así, un primer conjunto de elementos estaría formado por aquellos de naturaleza “estable” y principalmente reuniría elementos los relacionados con las características de la calzada o vía y con el diseño de su entorno. Algunos ejemplos son: trazado, pavimentación y anchura de la vía, resistencia al deslizamiento, número de carriles, localización de señales, barreras protectoras, la señalización y objetos del mobiliario urbano, diseño correcto de la señalización desde su aspecto perceptivo, etc. El segundo conjunto de elementos lo formarían aquellos de “naturaleza cambiante”. Este conjunto incluye: las condiciones climatológicas, las incidencias u obstrucciones temporales (p.ej.: obras en la vía, cruce de animales, retenciones, etc.) la supervisión policial y otras medidas de control (p.e.j: la gestión temporal de las señales luminosas, cámaras de control de tráfico, etc.). En general, tanto las condiciones como el tipo de carretera parecen mantener una relación clara con el riesgo de accidente (Abdel-Aty y Radwall, 2000; Bagley, 1992). Las características de la vía y las condiciones climatológicas al menos explican el 12% de los accidentes de circulación. En las zonas urbanas, los accidentes que más víctimas mortales producen son las colisiones con peatones o atropellos, los accidentes por colisiones entre dos o más vehículos y las salidas de la calzada en carretera. Casi la mitad de las muertes se producen en colisiones entre dos o más vehículos. Las salidas de la calzada se sitúan como la segunda causa de muerte en las vías interurbanas. En general, las carreteras convencionales son las que conllevan el mayor riesgo de accidente, y las autopistas el menor riesgo. Acerca de las condiciones climatológicas, la lluvia es el principal factor atmosférico adverso que desencadena accidentes en las carreteras convencionales, no así en las autopistas.

A modo de ejemplo, pese a la incuestionable mejora de las carreteras españolas en los últimos años, todavía algunas de nuestras vías presentan dificultades de trazado, pavimentación deficiente, señalización inadecuada, anchura insuficiente etc. (Montoro et al. 2000; Megía et al., 1998). Determinados lugares en nuestra red de carreteras –los denominados puntos negros- han despertado gran interés por el número de accidentes que se han producido de manera repetida a causa de las características de la vía y su diseño. Sin embargo, contrariamente a lo que pudiera pensarse, en las vías interurbanas de nuestro país la mayor parte de los accidentes se producen en largas rectas, casi el 52% de los accidentes se produce con la participación de un único vehículo, produciéndose principalmente por salida de la vía sin implicación de otros vehículos (DGT, 2003). De hecho, en relación con las condiciones de la vía, las estadísticas también muestran diferencias en función del tipo de vía. Alrededor del 55% de las víctimas se producen en carretera y alrededor del 45% en zona urbana. En lo que se refiere a los muertos, el 80% se produce en las carreteras y el 20% en las zonas urbanas. Resulta también interesante señalar cómo en las últimas décadas la media de muertos por cada mil accidentes en las carreteras españolas está cercana a cien, mientras que en la ciudad esa cifra se sitúa por debajo de veinte. Según un informe reciente de la DGT (2003) sobre la accidentalidad en las

vías interurbanas, el número de accidentes es mayor en las carreteras convencionales seguidas por el de las autovías, y el menor número de accidentes corresponde a los producidos en las autopistas.

Aunque el factor vía-entorno tiene un papel, probablemente parte del riesgo que conlleva se debe al comportamiento de los conductores ante las circunstancias y situaciones a las que se enfrenta. El alto impacto de la velocidad en las vías interurbanas es presumiblemente una causa concurrente que explica algunas diferencias entre las condiciones de la vía y su tipo. (Montoro et al., 2000; Megía et al., 1998).

En cuanto a otros factores ambientales, podemos destacar la distribución de los accidentes en relación a la época del año, a los diferentes días de la semana y diferentes horas del día (Doherty, Andrey y MacGregor, 1995). Aunque se encuentran diferencias entre épocas del año, e incluso el momento del día que podrían relacionarse con las condiciones de luz y las condiciones climatológicas, la distribución de los accidentes apunta claramente a un impacto del factor humano, del comportamiento concurrente de los usuarios de la vía. Al menos en nuestro país, el verano es la época más peligrosa y primavera la más segura, sin tener en cuenta las grandes salidas vacacionales cortas (como semana santa) y determinados días (como los de fin de año) en los que sin darse los mayores índices de accidentalidad sí se dan los más altos de mortalidad. No es sorprendente pues, que en España, en las grandes salidas vacacionales más que en el regreso se produzcan la mayor frecuencia y gravedad de los accidentes de este periodo. Ocurre a la inversa en los días laborables, en los que es al regreso del trabajo cuando se concentra la mayor parte de los siniestros y los de mayor gravedad. Los días festivos, vísperas y posteriores a festivos son los que tienen mayores niveles de riesgo. Teniendo en cuenta que la mayoría de accidentes ocurren entre la tarde del viernes y la mañana de lunes el protagonismo de los fines de semana es indiscutible. Es destacable la cifra de muertos por cada mil accidentes, que tanto en la carretera como en la ciudad, es ligeramente superior durante los fines de semana, concretamente de viernes a domingo se producen el 55% de todos los muertos semanales de la carretera y el 52% de los muertos en las ciudades. En lo que se refiere a las horas del día, es alrededor de las 12h y de las 15h, por la mañana, y alrededor de las 18h y de las 22h por la tarde-noche cuando se da la mayor proclividad al accidente en porcentajes absolutos, pues representan períodos que lógicamente coinciden con un mayor flujo de tráfico. No obstante, en términos relativos, las altas horas de la madrugada en días festivos suelen ser las más peligrosas, debido entre otras causas a la combinación de alcohol-velocidad. Por otra parte, y según los datos de la DGT, en las vías públicas tanto urbanas como interurbanas, si bien ocurren más accidentes durante el día, las consecuencias más graves las tienen los producidos durante las noches.

A continuación, se revisan los factores humanos que por su importancia como causa de accidente han despertado más interés. En la literatura se destacan los siguientes (Montoro, 2003; Wahlberg, 2003; Summala, y Mikkola, 1994): causas físicas ( fatiga, defectos sensoriales, sueño, etc.), causas psíquicas (falta de atención, agresividad, etc.), búsqueda intencionada del riesgo y de emociones intensas, conductas interferentes (charlar, encender la radio, fumar etc.), infracción de las normas, estadios psicofísicos transitorios (por estrés, por consumo de alcohol y/o drogas) y la percepción del riesgo deficiente. Concretamente, la fatiga y el sueño (Connor, Whitlock, Norton y Jackson, 2001; Corfiston, 1994) y el consumo de alcohol (Bernhoft y Behrendsdorff, 2003; Zador, Krawchuk y Voas, 2000; Longo,

Hunter, Lokan, White y White, 2000<sup>a</sup>, 2000<sup>b</sup>; Horwood y Ferguson, 2000; Mounce y Pendleton, 1992) destacan por la abundancia de trabajos dedicados a su estudio.

A todos los anteriores hay que añadir dos factores personales relevantes. Numerosos trabajos han puesto en evidencia que junto con el alcohol, la edad y el sexo, se encuentran en la cabeza de los factores más importantes y estudiados en relación con los accidentes de tráfico (Doherty et al. 1995; Kweon y Kockelman, 2003; Lourens, Vissers y Jessurun, 1999; Laapotti y Keskinen, 1998; Zador et al., 2000).

El riesgo de accidente es superior en los hombres que en las mujeres. La mortalidad de los hombres en España por accidente de tráfico es del 75% y la de las mujeres del 25%, dicho de otro modo, la diferencia de las tasas brutas de mortalidad entre ambos es aproximadamente de 3 (Megía et al., 1998). Los hombres conducen más tiempo por lo que la mayor mortalidad es debida en parte a una mayor exposición al riesgo de accidente. No obstante, ajustando por kilómetros recorridos y condiciones de conducción, el efecto del género no queda claro. Algunos estudios han mostrado resultados contradictorios cuando se ha realizado un ajuste por exposición. Por ejemplo, los resultados de Ryan, Legge y Rosean (1998) mostraron una mayor proporción de implicación de mujeres en colisiones en todos los grupos de edad. Estos resultados son inconsistentes con la percepción común debido a la omisión de la exposición entre géneros en las estadísticas poblacionales. En otros estudios, tras una corrección para las millas recorridas, los efectos del género resultaron no ser predictores estadísticamente significativos de implicación en colisiones (Lourens et al., 1999).

Actualmente, la edad es una predictora clara de riesgo, consecuentemente la accidentalidad en población joven se considera uno de los problemas más importantes, no sólo en lo que a seguridad vial se refiere (Alonso et al., 2004; Kweon y Kockelman, 2003; Lourens et al., 1999; Horwood y Fergusson, 2000; Doherty et al. 1995) sino especialmente como un problema de salud a nivel mundial (OMS, 2003). A pesar de que pudiera pensarse que la experiencia es la única responsable de este incremento de riesgo para los jóvenes, el riesgo se mantiene aunque se ajuste por distancias recorridas y exposición al riesgo (Ryan et al., 1998; Lourens et al., 1999). Los conductores menores de 25 años tienen altas probabilidad de verse implicados en colisiones, siendo aún mayor en menores de 20. La edad muestra también una relación positiva estadísticamente significativa con la severidad de las lesiones provocadas en los accidentes (Ryan et al., 1998). Por ejemplo, Lourens, Vissers y Jessurun (1999) categorizaron a los conductores en cinco subgrupos según las millas recorridas anualmente. Estimaron los accidentes por colisión en función de las millas anuales recorridas en interacción con el género, la edad, el nivel educativo y la frecuencia en que fueron multados (o de infracciones cometidas). Los conductores jóvenes mostraron las proporciones más altas de colisiones, que junto con las infracciones de tráfico fueron predictoras importantes.

Dentro de los factores de riesgo claros ligados al sexo y a la edad de los conductores se señalan las actitudes y las conductas de riesgo. Se ha puesto en evidencia una relación positiva entre actitudes y comportamientos en la conducción (Castellà y Pérez, 2004). Uno de los hallazgos destacados es la relación inversa entre peligro percibido y muestras de comportamientos antinormativos. Aunque cabe matizar que pese a la importancia de las actitudes en comportamiento del conductor, éstas indican tendencias de conductas pero no conductas reales.



Comportamientos antinormativos y peligrosos, como conducir a velocidades por encima de los límites establecidos se asocian con un incremento del riesgo de accidente con víctimas entre todas las edades. La velocidad no implica un incremento de riesgo únicamente en términos de probabilidad de ocurrencia accidente sino también en términos de magnitud de sus consecuencias. En cuanto a lesiones sufridas en accidentes de tráfico, una reducción del 1% de la velocidad disminuye la probabilidad de lesión entre un 2% y un 3%, y la probabilidad de muerte alrededor de un 4%. Las consecuencias en cuanto a lesiones en los peatones también se ven muy afectadas por la velocidad del vehículo: cuando la velocidad de un coche aumenta de 30 a 50 km /h la probabilidad de muerte de un peatón se multiplica por ocho.

Considerando las diferencias entre grupos de edad, existe una correlación negativa significativa entre la edad del conductor y la velocidad de conducción (Horberry et al., 2004). Pero podemos afirmar que la velocidad inadecuada es el único factor común compartido entre conductores noveles de todas a las edades y que puede ser cierto para todos los tipos de permiso de conducir (Alonso et al., 2004). Los accidentes debidos a una pérdida de control del vehículo por conducir a una velocidad inadecuada para las condiciones de la vía son más frecuentes en el grupo conductores de edad comprendida entre 18 y 24 años. En términos conductuales, la conducción arriesgada ha sido considerada como el principal factor de riesgo de accidente con víctimas de los conductores jóvenes, particularmente entre los que son noveles. Se sabe que algunas conductas exhibidas por los conductores jóvenes, como son la tendencia a exceder la velocidad permitida, a “pisar los talones” al vehículo precedente y a pasarse los semáforos en ámbar, así como a realizar cambios repentinos de carril, podrían relacionarse con la inexperiencia, aunque pueden ser resultado de factores relacionados con la edad, por ejemplo la exuberancia juvenil, la búsqueda de emociones, la asunción de riesgo y la inmadurez. Existe cierta controversia generada entorno a si es la edad o la experiencia el factor que contribuye principalmente al riesgo de accidente en el caso de los jóvenes. se ha demostrado que en comparación con los conductores más experimentados, los conductores noveles manifiestan ciertas deficiencias en habilidades perceptivas, motoras y cognitivas, importantes para el funcionamiento seguro y eficiente de un vehículo a motor. Por este motivo, generalmente los factores considerados responsables de las diferencias en las tasas de los accidentes se dividen en dos categorías, aquellas relacionadas con la edad y aquellas relacionadas con la experiencia.

El consumo de bebidas alcohólicas por encima del límite permitido es probablemente el factor de riesgo más importante en los accidentes de tráfico ya que además de aumentar el riesgo de sufrir un accidente contribuye a que la gravedad de las lesiones sea mayor (Bernhoft y Behrendorff, 2003; Zador et al., 2000). Se ha estimado que en general, este factor es responsable de entre el 30% y el 50% de los accidentes mortales; y también que la mitad o más de las muertes producidas por accidente de tráfico en hombres y mujeres menores de 40 años se relacionan con el alcohol. De hecho, el consumo de alcohol incrementa el riesgo de sufrir un accidente de tráfico para todos los conductores, en el caso de los jóvenes el riesgo comienza a aumentar a muy bajas concentraciones de alcohol en sangre. Además, en las personas jóvenes el riesgo relativo de verse implicado en un accidente de tráfico con cualquier nivel de alcoholemia es mayor que para un conductor de mayor edad. La cantidad y frecuencia de consumo de alcohol, el consumo de alcohol como estrategia de

afrontamiento y una orientación a la asunción de riesgo/impulsividad. correlacionan de forma significativa con la conducción bajo los efectos del alcohol.

Dentro del grupo de los factores humanos, la distracción ha sido uno de los factores que ha despertado mayor interés en los investigadores y ha sido identificado como uno de los más importantes (por ejemplo Lam, 2002, Violanti y Marshall, 1996). Algunos autores han remarcado la necesidad de distinguir entre distractores procedentes del exterior y del interior del vehículo. Ya que tienen un peso diferente como responsables de un número mayor de accidentes. En este sentido, los distractores procedentes del interior del vehículo tienen un peso mayor. Lam (2002), por ejemplo, se interesó por la asociación entre los accidentes de coche y la distracción en general. Lo más destacable de su trabajo es que al estudiar la asociación distracción-accidente distinguió entre fuentes de distracción externas e internas al vehículo y además contempló el teléfono móvil como una distracción a parte.

Retomando el conjunto de los factores de riesgo, conviene valorar el peso relativo que tienen. Consistentemente con lo expuesto hasta ahora, la mayoría de trabajos que abordan el estudio de las causas de los accidentes coinciden en que los múltiples factores que forman parte de esos tres elementos señalados (conductor, vehículo y via-entorno) intervienen de forma desigual. Resulta difícil establecer con exactitud la contribución parcial de los distintos factores de riesgo implicados. En este sentido, existe una necesidad de ampliar el conocimiento sobre la importancia relativa de las diferentes situaciones de riesgo, pues a pesar de haber sido muy estudiadas, no existe todavía un acuerdo general al respecto. Sin embargo, según ciertas revisiones podríamos establecer que las causas de accidentes se podrían atribuir entre un 5 y un 10% a fallos técnicos del vehículo (frenos, neumáticos, suspensión, dirección, etc.), entre un 10 y un 20% a los factores atmosféricos (oscuridad, niebla, lluvia, granizo, nieve o hielo, etc.); y/o del diseño de las vías públicas (conservación general, trazado, peralte, anchura etc.), y entre un 80 y un 90% a factores humanos.

Si atendemos a los datos correspondientes a nuestra realidad más próxima, los datos anuales disponibles acerca de la accidentalidad en España concuerdan bastante con esta distribución. Los datos de diferentes años muestran que las causas más importantes se relacionan con el factor humano, y no con las condiciones ambientales o el estado del vehículo. De hecho, entre todos los fallos humanos hay tres que explican el 60% de los accidentes: el alcohol, la velocidad excesiva o inadecuada y las distracciones. A su vez, sabemos que los problemas de atención se encuentran presentes en uno de cada tres accidentes. Así es, de entre las causas posibles, la distracción se sitúa desde hace unos años en nuestro país, como la principal junto con la velocidad; del resto de causas las infracciones seguirían a las dos anteriores en importancia (DGT, 1999, 2000, 2001, 2002). Por ejemplo, según un reciente informe de la DGT (DGT, 2004) en el año 2003 la distracción del conductor, factor más frecuente, representó el 25% del total de los factores concurrentes y la velocidad inadecuada, la maniobra antireglamentaria y la invasión del carril de la izquierda de la calzada, representaron el 20%, 14% y 12% respectivamente.

En conclusión, no podemos hablar de causa de un accidente sino más bien de circunstancias en las que participan diferentes factores. Asimismo, el factor humano, en interacción con el resto de factores, juega un papel fundamental puesto que aspectos como las conductas arriesgadas o inseguras incrementan el riesgo de accidente de manera determinante. Dentro del factor humano se consideran

destacables, las diferencias en cuanto a características personales del conductor como el sexo, la edad y la experiencia del conductor; y su comportamiento. En relación con el comportamiento del conductor, las conductas más peligrosas y recurrentes como causa de accidente son: las infracciones en general, las conductas que pueden afectar al estado psicofísico del conductor (como el consumo del alcohol) y las que pueden provocar su distracción (como el uso del teléfono móvil).

## **1.2 Conducción y comportamientos asociados.**

### **1.2.1 Hábitos inadecuados**

Tal y como se ha mostrado en el apartado anterior, el factor humano es la pieza clave en el desencadenamiento de los accidentes y su contribución a estos se caracteriza por la concurrencia de diferentes conductas de riesgo como son las infracciones relacionadas con la velocidad y el consumo de alcohol o las distracciones. Este hecho puede considerarse un reflejo de que las prácticas de riesgo (y/o saludables) no son conductas aisladas. Por el contrario, entrañan verdaderas constelaciones de comportamientos más o menos organizados, complejos, coherentes, estables y duraderos. A su vez, tales comportamientos están fuertemente impregnados del ambiente o entorno en el que viven las personas. Estas constelaciones de comportamientos de conducción podríamos etiquetarlas de estilos de conducción, que a su vez forman parte de un conjunto de constelaciones de otros comportamientos, todo ello considerado globalmente se conoce como estilo de vida (Costa y López, 2000). En otras palabras, el estilo de conducción suele estar asociado al estilo de vida del conductor. En efecto, como señalan diversos autores en el ámbito general de la salud, tanto las conductas que implican un riesgo para la salud como las conductas saludables no suelen estar aisladas, sino asociadas entre sí, configurando estilos de vida bien definidos. Por ejemplo, algunos investigadores sostienen que el no preocuparse por el mantenimiento y cuidado del coche ni de sus elementos de seguridad suele correlacionar con la adopción de mayores conductas de riesgo (Montoro et al., 2000; Montoro, 2002).

También acelerar ante la luz ámbar de un semáforo está relacionado con un conjunto más o menos extenso de otros comportamientos que definen el estilo de conducción. Algunos estudios han intentado trazar un perfil detallado del conductor que se salta el semáforo en rojo en comparación con el que aún teniendo oportunidad de hacerlo, no lo hace. Dichos estudios establecen que en conjunto, los infractores por saltarse el semáforo en rojo tienen significativamente más sanciones por infracciones de tráfico, peores historiales de conducción, son más jóvenes y utilizan menos el cinturón de seguridad (Alonso et al., 2004). Al respecto del uso del cinturón de seguridad, existen estudios que han mostrado una asociación positiva entre éste y otras infracciones como el uso del teléfono móvil mientras se conduce. Eby y Vivoda (2003) hallaron que la probabilidad de observar una persona hablando por teléfono móvil era mayor entre los conductores que no utilizaban el cinturón de seguridad que entre los que lo utilizaban. Así mismo, Rakauskas, Gugerty y Ward (2004) señalan que en la etiología del incremento de riesgo atribuido al el uso del teléfono móvil pueden estar implicados numerosos factores, ya que consideran que el usuario de teléfono puede comportarse de manera diferente a los no usuarios en el contexto de conducción incluso cuando no está utilizando el teléfono. Por ejemplo, según algunas fuentes, los usuarios de teléfono responden a un perfil determinado y tienen estilos de vida, actitudes y personalidad diferentes a los no usuarios. En carretera estas personas tienden a realizar más infracciones de velocidad, poseen una conducción más deteriorada y agresiva y usan menos el cinturón (ITS América, 2002<sup>a</sup>). Esto sugiere que concretamente las características personales de los usuarios de teléfonos móviles podría predisponerles a un mayor riesgo de accidente (Response Insurance, 2003).

En definitiva, tener presente las consideraciones expuestas respecto a los estilos de vida y de conducción, proporciona un contexto adecuado para señalar la

relevancia que tiene identificar los comportamientos peligrosos más frecuentes en tanto que representan hábitos que configuran determinados estilos de conducción. Conocer a qué riesgos se exponen los conductores y en qué medida, es sin lugar a dudas un punto de partida indispensable en el diseño de acciones dirigidas a fomentar la conducción segura y prevenir los accidentes.

Por este motivo, diferentes trabajos han intentado valorar la frecuencia de ciertas conductas relacionadas con los hábitos de los conductores, dicho de otro modo, han intentado determinar qué comportamientos de riesgo se realizan frecuentemente, ya que muchas de ellas forman parte del estilo de conducción arriesgada. Podríamos establecer dos categorías de comportamientos considerados peligrosos, infracciones y actividades que pueden suponer una distracción.

Además, algunos de estos trabajos también se han interesado por conocer la relación entre los hábitos de los conductores y los accidentes sufridos, mostrando que los ‘malos’ conductores, o conductores con peores hábitos, presentaban tres veces más probabilidad de sufrir un accidente que los ‘buenos’ conductores.

Cabe señalar también que según las investigaciones la comisión de infracciones varía según el sexo, la edad y según la antigüedad del permiso. La relación entre el sexo y cometer infracciones parece ser la más clara: en las mujeres presentan patrones de conducción más segura que los hombres. Por ejemplo, en un estudio realizado por el Real Automóvil Club de Catalunya (RACC) el porcentaje de hombres que no respeta los semáforos en ciudad fue mayor que el de las mujeres (17% y 11%), hallando diferencias en el mismo sentido en cuanto a no respetan los límites de velocidad (con un porcentaje de 18% en hombres y un 12% en mujeres). Con respecto a la tendencia general de la tasa de infracciones en conductores varones que originan accidentes con víctimas, ésta es ascendente hasta los 2 años de antigüedad en el permiso de conducir, posteriormente desciende ligeramente en el intervalo de 2-3 años y a continuación presenta un aumento sistemático hasta más de 10 años, tiempo en que se alcanza la tasa más alta (21.74%). En el caso de mujeres la tendencia se define de forma similar a la anterior hasta el término del intervalo de 5 a 10 años (tasa máxima de 13.10%), observándose un sensible descenso a partir de más de 10 años.

Por otro lado, si atendemos a los comportamientos arriesgados o a los tipos de infracción, no todos se realizan con la misma frecuencia. Entre los comportamientos arriesgados, el consumo de alcohol es uno de los más frecuentes. Numerosos estudios han demostrado que más de la tercera parte de adultos y el 50% de adolescentes admite conducir bajo los efectos del alcohol (Alonso et al., 2004). Respecto a las infracciones identificadas como las más frecuentes en población española según los datos de la DGT : el exceso de velocidad o la falta de adecuación de la misma, a las condiciones existentes, circular contra-dirección o en dirección prohibida, adelantamientos indebidos, no-mantenimiento de la distancia de seguridad, no respetar las señales obligatorias de detención, realizar giros incorrectos y no respetar la prioridad e incorporarse en la circulación sin precaución.

Teniendo en cuenta que muchas de las infracciones frecuentes mencionadas se deben a la distracción, merece la pena revisar qué actividades distractoras son las que se realizan habitualmente mientras se conduce. En realidad, las fuentes de distracción pueden ser clasificadas en aquellas que provienen del interior del vehículo y del exterior del vehículo. Dentro del vehículo cualquier actividad llevada a cabo por el conductor o por un pasajero puede provocar una desviación de la atención de la tarea de conducir. Entre estas actividades podemos nombrar: fumar, mirarse al espejo,

utilizar el teléfono móvil, el manos libres, atender a los pasajeros, manipular el radiocassette o reproductor de CDs, consultar un mapa, etc. Respecto a las fuentes de distracción procedentes del exterior del vehículo, cualquier circunstancia de la vía puede distraer al conductor desde los peatones o el mismo paisaje hasta un amplio rango de sucesos imprevistos, como un accidente, la sirena de una ambulancia, etc. (Violanti y Marshall, 1997; Alonso et al., 2004). Atendiendo a diferentes revisiones y estudios parece que las investigaciones se han centrado en las distracciones procedentes del interior del vehículo (Goodman, Bents, Tijerina, Wier, Lerner y Benel, 1997; Instituto de Investigación sobre reparación de vehículos, 1999; Stevens y Minton, 2001; Violanti y Marshall, 1997;). Este hecho responde probablemente a que éstas últimas, a diferencia de las procedentes del exterior, dependen en gran medida del conductor.

En un estudio ampliamente reconocido realizado por Violanti y Marshall (1997) se identificaron los hábitos de conductores con antecedentes de accidentes en los dos años anteriores al estudio y de conductores sin ningún antecedente de accidente en los 10 años anteriores al estudio. El grupo con antecedentes, llevaron a cabo actividades como hablar por teléfono, beber, comer, observar el paisaje, fumar, con más frecuencia que el otro grupo. Lo que sugiere hábitos diferenciales entre personas que no han tenido accidentes y las que sí. Específicamente, peores hábitos entre las que han tenido accidentes como sería esperable.

De entre todas las actividades distractoras que se han señalado las que han despertado un interés especial como potenciales causas de accidente han sido: escuchar música y/o manipular la radio, y sobretodo en la última década, hablar por teléfono.

### **1.2.2 Uso del teléfono móvil**

A nivel mundial, el número de usuarios de telefonía móvil supera ya los 1.500 millones, estimándose que alcanzará los 2.000 millones en 2006 (Unión Internacional de Telecomunicaciones, 2004 en prensa). En nuestro país, se superó en 2001 la cifra de 24 millones de usuarios que ha seguido creciendo en estos últimos años de manera importante, e incluso algunas fuentes afirmaron la existencia de 32.3 millones en 2002 (elmundo.es, 2002). Conocer los datos anteriores, en realidad, no es imprescindible para apreciar que el uso del teléfono móvil se ha integrado completamente en nuestro estilo de vida. Este hecho se hace evidente con tan sólo observar a nuestro alrededor donde quiera que nos encontremos, incluso en carretera. Ver a una persona conduciendo mientras sostiene un teléfono, no es hoy en día una escena extraña. El vehículo es otro contexto más en el que el usuario del móvil continúa disfrutando de las prestaciones que su teléfono le ofrece. Sin entrar en debates sobre seguridad, estar ‘comunicado’ también mientras conducimos resulta especialmente ventajoso en situaciones de emergencia. Además, nos permite aprovechar el tiempo del trayecto para, por ejemplo: atender y resolver asuntos de trabajo, concretar detalles de una cita a la que nos dirigimos, obtener ayuda para llegar a nuestro destino, advertir de nuestro retraso por circunstancias del tráfico, etc.

Quizá no es necesario dar cifras para advertir que el uso del móvil se ha extendido en todos los ámbitos de nuestra vida cotidiana, sin embargo, en cuanto a su presencia en las carreteras, sí resulta relevante conocer determinados datos. Concretamente, cuánto, con qué frecuencia, en qué medida y con qué fin se utiliza.

Por las implicaciones que puede tener en términos de seguridad y de exposición al riesgo, revisaremos a continuación algunos de los datos disponibles al respecto.

Uno de los puntos de partida importantes para dar sentido al estudio del teléfono móvil en tanto que amenaza para la seguridad vial, es valorar si resulta relevante desde el punto de vista de su presencia en las carreteras o se trata de un fenómeno anecdótico. Como ya hemos visto en el apartado anterior se señala el hablar por teléfono entre las actividades habituales durante la conducción, veamos en qué medida esto es así a partir de los resultados de diferentes estudios recientes. Estos trabajos responden a dos tipos de aproximación. El primer conjunto de trabajos que abordaremos se caracteriza por emplear una metodología observacional con el fin de establecer la prevalencia de uso de teléfonos. El segundo conjunto de trabajos que se presenta a continuación, se caracteriza por el empleo de metodología de encuestas, con el objetivo de obtener información más detallada sobre diferentes aspectos de su uso.

Eby y Vivoda, (2003) llevaron a cabo un estudio de observación en Michigan. Estos investigadores encontraron que alrededor de 2'7% de los conductores estaban utilizando un teléfono móvil manual en un momento dado del día, lo cual resultó ser consistente con datos generales del país procedentes de la NHTSA (National Highway Traffic Safety Administration) (Goodman et al., 1997). Otros estudios también de observación, como el realizado en Melbourne por Taylor, Benett, Carter y Garewal (2003), además de valorar el porcentaje de usuarios, han intentado determinar si existen diferencias cuando se consideran el sexo, la edad, la zona y el momento del día. Esto autores hallaron que pese a estar prohibido, al menos un 2% de los conductores estaban utilizando el móvil mientras conducían. Encontraron tan solo diferencias significativas respecto a la edad de los conductores y al momento del día, siendo el grupo de conductores de mayor edad en el que presentó un porcentaje menor de uso, y la tarde (entre las 17h y las 18h) el periodo en el que se registró a más conductores hablando por teléfono. Estudios realizados en Nueva York también han observado porcentajes de entre 1% y un 2,3% de conductores circulando y hablando por teléfono (McCartt, Braver y Geary, 2003).

Respecto a estudios realizados en nuestro país, Astrain, Bernaus, Claverol, Escobar y Godoy (2003) a partir de un estudio de observación sistemática intentaron estimar la prevalencia de uso durante la conducción en la ciudad de Lleida y diferencias en cuanto al perfil del conductor, el momento del día y el escenario vial. En su estudio hallaron una prevalencia general de alrededor de 3.3%. A partir de las diferencias encontradas determinaron el siguiente perfil de usuarios más frecuente durante la conducción: varones de 18 a 40 años o mayores de 61 en circuitos urbanos, sin acompañantes en días laborables y en horas punta. En otro estudio reciente de observación llevado a cabo en el conjunto del estado español, al menos un 1% de los conductores estaban usando el móvil mientras conducían, con un máximo de 6% y 3% en ciudad y carretera respectivamente. En cuanto a los motivos de la llamada la mayoría eran laborales. Menos de uno de cada diez conductores, realizaron una llamada que pudiera considerarse realmente inaplazable.

Acerca de los hábitos de los conductores en cuanto al uso del móvil, en los estudios llevados a cabo por la NHTSA (Goodman et al.1997) se destaca que sólo el 15% de los conductores informa no haber usado nunca el teléfono durante la conducción. En nuestro país, al respecto, en 2003 la DGT realizó una encuesta a 1792 conductores que pararon en gasolineras situadas en vías interurbanas y que poseían teléfono móvil. De los encuestados, el 88,3% lo llevaba consigo, de éstos un

63.7% lo llevaba encendido (en modo manual) y un 15% llevaba un manos libres encendido. Se preguntó a los conductores cuántas llamadas habían recibido o emitido mientras conducían en las 24 horas anteriores a la entrevista. Algo más de la mitad del conjunto de la muestra de conductores que llevaban teléfono (en las distintas modalidades (50.6%) admitió haber recibido o realizado al menos una llamada en las 24 horas anteriores a la entrevista. Si nos centramos sólo en los que llevaban el teléfono manual encendido el 52% admitió que lo había utilizado al menos una vez en las 24 horas anteriores a la entrevista. La franja de llamadas va de un mínimo de ninguna hasta un máximo de 60 llamadas. Un porcentaje relativamente pequeño de conductores (1,2%) utilizó en muchas ocasiones el teléfono móvil manual (entre 6 y 25 llamadas o más).

Por otra parte, la Organización de consumidores y usuarios (OCU) realizó una encuesta sobre hábitos de conducción en la que casi la mitad de los encuestados reconoció hablar por teléfono al menos de vez en cuando (5% a menudo o casi siempre), y un 16% reconoció incluso haber enviado mensajes de texto a través del móvil mientras conducía.

Con respecto a la duración de las llamadas, datos procedentes de población estadounidenses (Royal, 2003), apuntan, en promedio que éstas ocupan alrededor de 4.5 minutos. Sin embargo, la duración de una llamada típica mientras se conduce es de alrededor de 2 minutos o menos. En tal población, los datos disponibles sugieren una asociación inversa entre edad y tiempo empleado en la llamada. También parece ser que las mujeres en promedio mantienen conversaciones ligeramente más largas que los hombres.

En cuanto al ‘usuario tipo’, durante los últimos años se han producido cambios asociados a las características demográficas de los usuarios y los patrones de uso de los móviles. Las tendencias generales parecen dirigirse a un uso desligado de los negocios y a una expansión del rango de usuarios. Sin embargo, en cuanto a su uso durante la conducción, tanto en lo que respecta a mayor frecuencia y duración de las llamadas, parece ser que el perfil responde a un usuario por motivos laborales tal y como sugería el informe de la DGT (2003). Otros estudios, según la revisión realizada por Goodman et al. (1997) para la NHTSA aquellas personas que hace más tiempo que tienen móvil hacen más uso del móvil profesionalmente, los autores de esta revisión señalan que podría ser indicativo de que hace unos años los móviles se vendían principalmente para dicho uso.

De las ventajas señaladas con más frecuencia una de ellas precisamente es mayor flexibilidad laboral, consecuentemente, la mayoría de las personas que fueron entrevistadas en los estudios revisados realizaban llamadas de negocios en los trayectos para ir o salir del trabajo. Las personas que manifestaron utilizar el teléfono para llamadas personales principalmente, señalaban una mejor organización del tiempo. Diferentes trabajos, por lo tanto, parecen sugerir que conducir y utilizar el móvil de manera habitual sí está ligado a un perfil determinado de persona relacionado con la actividad profesional. En el caso de un uso más puntual, este seguramente está más asociado a circunstancias de emergencia por lo que sería esperable un perfil más bien inespecífico.

Podemos concluir, que efectivamente el uso del teléfono móvil es considerable, y que parece estar más asociado a asuntos laborales, aunque una de las grandes ventajas reside en la posibilidad de ser usado para la notificación de emergencias. No obstante la información disponible acerca de la duración de las conversaciones es escasa, por no decir nula. La importancia de esta información es crucial ya que si



consideramos la peligrosidad de la comunicación en sí misma, la duración de ésta supondría una medida de exposición al riesgo a tener en cuenta en la valoración de la peligrosidad del uso del teléfono durante la conducción.

### 1.2.3 Regulación del uso del teléfono móvil

El uso de los móviles durante la conducción está muy extendido y forma parte de uno de los hábitos más frecuentes. Paradójicamente, está considerado un comportamiento peligroso no sólo por conductores no usuarios, sino también por conductores usuarios. Hablar por teléfono mientras se conduce ha despertado inquietudes tanto en la comunidad científica como en la sociedad en general tal y como han mostrado algunas consultas y encuestas a la población (Lamble, Rajalin y Summala, 2002; Chapman y Schofield, 1998).

Tales inquietudes junto con los resultados de las investigaciones desarrolladas han dado lugar a la introducción de medidas legislativas en diferentes países. Éstas se han dirigido a la regulación y/o prohibición del uso por parte de los conductores de los teléfonos móviles. Aunque la legislación al respecto puede variar mucho de un país a otro, refleja la gran importancia que ha adquirido esta cuestión.

En Bélgica, por ejemplo, desde julio de 2000 ya no se permite hacer ni contestar llamadas al conducir. Brasil, Chile y Reino Unido tienen legislación que prohíbe el uso de teléfonos móviles al conducir y países como Israel, Rusia, Sudáfrica y Suiza prohíben el uso de teléfonos sostenidos con la mano. Las leyes italianas más específicas, disponen que la persona que conduce un automóvil tiene que tener ambas manos y ambos oídos totalmente libres. Asimismo, en Estados Unidos, el estado de Nueva York aprobó una ley que prohíbe el uso de teléfonos móviles que se tienen que sujetar con las manos al conducir. La ley de Nueva York, que entró en vigor en 2001, prohíbe a los conductores conducir sosteniendo un teléfono móvil, excepto en casos de emergencia. Sin embargo, si el teléfono móvil cuenta con altavoz, activación por voz o si está conectado a auriculares, es legal. Según la Agrupación Nacional de Legislaturas Estatales (National Conference of State Legislatures), ahora otros 42 estados de ese país tienen proyectos de ley relacionados con teléfonos móviles. Algunos de los proyectos de ley conferirían responsabilidad legal al conductor si ocurre un accidente mientras está usando un teléfono móvil, otras prohíben a los taxistas utilizar teléfonos móviles mientras haya pasajeros a bordo. Diez ciudades o municipalidades ya han aprobado leyes que prohíben a los conductores usar cualquier teléfono móvil que no tenga conectado un dispositivo que deje las manos libres.

En España, la situación legal ha ido cambiando en estos últimos años. Actualmente algunas especificaciones entre las obligaciones del conductor sugieren la incompatibilidad del uso del móvil con la conducción, y además se prohíbe explícitamente:

*“El conductor de un vehículo está obligado a mantener su propia libertad de movimientos, el campo necesario de visión y la atención permanente a la conducción, que garanticen su propia seguridad, la del resto de los ocupantes del vehículo y la de los demás usuarios de la vía(...)”.*

*“... Se prohíbe la utilización durante la conducción de dispositivos de telefonía móvil y cualquier otro medio o sistema de comunicación, excepto cuando el desarrollo de la comunicación tenga lugar sin emplear las manos ni usar cascos, auriculares o instrumentos similares.”.* (Real Decreto 1428/2003 de 21 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento General de Circulación para la paliación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.)

Por lo tanto en principio, con un teléfono manos libres (sin auriculares), siempre se pueden atender las llamadas que recibamos pero sólo se pueden realizar llamadas cuando tales llamadas no supongan una distracción para el conductor (por ejemplo en semáforos o grandes rectas).

Consciente del incremento experimentado en el uso de la telefonía móvil, tras la implantación de la nueva ley, la DGT en 2003 puso en marcha una campaña especial de vigilancia, divulgación y control del uso entre los conductores del teléfono móvil manual mientras se conduce. Para evaluar la incidencia de dicha campaña y a través de la Dirección de Programas de la Investigación de Accidentes, se realizó un estudio que consistió principalmente en observaciones efectuadas antes y después de la campaña a fin de constatar cuántos conductores iban hablando por el teléfono móvil (DGT, 2003). Aunque este estudio supone un esfuerzo para valorar el impacto de las iniciativas llevadas a cabo, los resultados aportados, si bien son útiles como aproximación a la presencia y uso del móvil en nuestras carreteras, son muy limitados y lamentablemente no permiten concluir acerca de la efectividad de dicha campaña.

Campañas como la anteriormente mencionada forman parte de las actuaciones contempladas en Plan Nacional de Seguridad Vial que el consejo superior de tráfico elabora cada año. Entre ellas se encuentran acciones relacionadas con la formación en materia de educación vial, vigilancia y control de la circulación, construcción y acondicionamiento de infraestructuras, programas de investigación, etc. Entre las destacadas en 2004 se programaron campañas radiofónicas permanentes sobre factores de riesgo de accidentalidad y campañas de divulgación de las nuevas normas de circulación, ambas contemplaban lo referente al uso del teléfono móvil. En materia de vigilancia y control, el Plan contemplaba medidas de control con objeto de disminuir las infracciones relacionadas con el uso del teléfono móvil. Concretamente, se programó, en colaboración con las policías autonómicas y ayuntamientos, una campaña especial sobre el riesgo que entraña (DGT, 2003).

Por último, teniendo en cuenta que próximamente se implantará el denominado carnet de puntos, parece pertinente interesarse acerca del funcionamiento de este nuevo sistema y de qué modo contemplará la regulación del uso del móvil. Según las informaciones publicadas en prensa acerca del funcionamiento previsto de éste, los conductores veteranos contarán con 12 puntos y los noveles entre 6 y 8. La sustracción de puntos sólo se hará efectiva por infracciones graves o muy graves e irá acompañada de sanciones económicas. El descuento de puntos podrá llegar a ser de 6 puntos en el caso de las faltas muy graves y en aquellos casos en que se cometan infracciones especialmente graves se procederá a la retirada de la licencia. Respecto al tema que nos ocupa, el uso del teléfono móvil al igual que el no uso del cinturón de seguridad, será considerado una falta grave y será penalizado con la sustracción de un punto y además con una sanción económica en torno a los 92 euros. Estas consideraciones en los nuevos sistemas sancionadores dan cuenta de la peligrosidad atribuida al uso del móvil. Tanto es así, que se equipara en importancia al uso del

cinturón. Cabe destacar, no obstante, que frente a la capacidad del cinturón de salvar la vida de quien lo utiliza en caso de accidente; utilizar un teléfono pone de inmediato en peligro no sólo la vida el conductor que infringe la ley sino también la del resto de ocupantes del vehículo y del resto de usuarios de la vía.

### **1.3 Comunicación telefónica durante la conducción**

Entre los numerosos factores de riesgo de accidente que han sido estudiados, la falta de atención del conductor fue propuesto por primera vez como uno de ellos hace ya décadas. Tal y como se ha expuesto en apartados anteriores, existe una variedad de actividades ajenas a la conducción llevadas a cabo de manera frecuente y concurrente por los conductores que pueden ser fuente de distracción. Sin embargo, no ha sido hasta hace poco, con el vertiginoso crecimiento de usuarios de teléfono móvil que la distracción ha despertado mayor interés y ha sido considerada como uno de los riesgos más importantes para la implicación en accidentes (Lam, 2002). Este hecho se ha plasmado en una emergente proliferación de publicaciones acerca de los riesgos y efectos del uso del teléfono móvil, considerado un componente significativo de distracción en la conducción (para revisión consultar: Goodman et al., 1997; Haigney y Westerman, 2001).

Para el establecimiento y desarrollo de la comunicación telefónica, existen dos dispositivos principales: teléfono convencional y los denominados ‘manos libres’. El teléfono convencional puede utilizarse en modo manual o en modo manos libres-si lo posee-. A su vez, existen diferentes dispositivos de manos libres que permiten adaptar el uso del teléfono a la conducción concurrente del vehículo. Según las prestaciones y la sofisticación del sistema, varía el grado de manipulación en los diferentes momentos de la comunicación telefónica (Haigney y Westerman, 2001) que son: establecimiento de la comunicación (recepción y realización de una llamada), inicio de una conversación, mantenimiento y cierre de tal conversación, fin del establecimiento de la comunicación.

Aunque los dispositivos de manos libres están pensados para minimizar la manipulación no eliminan los riesgos que podría conllevar hablar o conversar, esto es, el acto comunicativo en sí. Ya que las acciones manipulativas requeridas por los diferentes sistemas (respuesta por voz, apretar un botón, etc.) son variadas, sería conveniente determinar la forma más adecuada de uso. Los manos libres tampoco aseguran la calidad, comodidad y seguridad de la comunicación. Por ejemplo, el ruido de la carretera puede empobrecer la calidad del sonido. En este sentido el manos libres con auricular ha sido propuesto como la modalidad más cómoda y segura (Matthews, Legg y Charlton, 2003, OCU, 2000; Salvucci, 2001 y Salvucci y Macuga, 2001).

Esta diversidad de dispositivos se ha visto reflejada en los estudios que han tratado de dar respuesta a la cuestión de los riesgos, peligros y efectos que implica el uso del teléfono móvil. No todos los estudios han contemplado el mismo tipo de dispositivo o modalidad de uso, así como tampoco se han centrado en los mismos momentos del desarrollo de la comunicación.

En cuanto a los riesgos, aún no ha sido posible discriminar satisfactoriamente si en los accidentes atribuibles al uso del móvil hubo mayor contribución de los aspectos manipulativos o de los aspectos propiamente comunicativos. En cambio, en cuanto a los efectos, parece claro que tanto unos aspectos como otros juegan un papel, siendo de mayor importancia el de los comunicativos.

Actualmente la mayoría de las medidas legislativas de los diferentes países han ido dirigidas a prohibir el uso de sistemas de telefonía que impliquen manipulación y sostenimiento del teléfono. Por lo tanto, generalmente permiten sólo el uso de manos libres, aunque no establecen restricciones acerca de aspectos comunicativos como el mantenimiento de una conversación. La tendencia de las industrias de las

telecomunicaciones y la automovilística es desarrollar mejores y más integrados sistemas de este tipo, por lo que la oferta de estos dispositivos en el mercado es variada. A pesar de esto su uso actualmente es escaso. Por este motivo, la situación hoy en día se presenta aún desequilibrada por el comportamiento de los conductores que continúan empleando teléfonos en su modo manual. En consecuencia, resulta imprescindible intentar valorar la seguridad y/o los peligros que puede suponer la comunicación durante la conducción en cualquiera de los diferentes sistemas de telefonía móvil existentes. Además resulta fundamental valorar las ventajas y los inconvenientes, si los hubiere, de un manos libres respecto al uso de un teléfono en modo manual atendiendo a los diferentes momentos del desarrollo de la comunicación.

### **1.3.1 Los riesgos**

Para poder valorar la importancia de la peligrosidad del uso del teléfono móvil, se debe contestar a la cuestión de si existe una asociación entre éste en cualquiera de sus modalidades y la accidentalidad.

Algunos estudios han tratado de establecer cuántos accidentes tenían por causa el uso del teléfono móvil, ya sea a partir de los informes policiales o bien a través de encuestas a los usuarios. Ejemplos de ello son el estudio llevado a cabo en Estados Unidos por la Gallup Organization para la NHTSA (Royal, 2003) o un estudio realizado recientemente en Canadá (ITS América, 2002<sup>a</sup>). En el primero de ellos el 0'1% de los conductores que tuvieron al menos un accidente en los últimos 5 años (0'5% de los conductores usuarios de móvil), atribuyeron la causa de éste a estar hablando por teléfono. La investigación canadiense, por su parte, ha sugerido que el riesgo de tener un accidente serio involucrando heridos incrementa un 38% cuando se utiliza un teléfono móvil, así como también que un conductor utilizando un teléfono móvil tiene 16% más de probabilidad de sufrir un accidente. (ITS América, 2002<sup>a</sup>). En nuestro país se han llevado a cabo estudios similares por la OCU (Izverniceanu, 2003) y por la DGT (2004). Según los datos de la OCU, los conductores que utilizan con frecuencia el teléfono mientras conducen reconocen haber sufrido más accidentes que aquellos que no suelen hacer uso de él. En un informe reciente presentado por la DGT (2004) el 10% de los conductores con teléfono móvil manual manifestó haber sufrido algún incidente a causa del uso de este sistema de comunicación, concretamente el 90% manifestó haber sufrido entre 1 o 2 incidentes, y cuyas consecuencias fueron: desvío de la trayectoria (56,8%), maniobras antirreglamentarias (22,4%), alguna colisión (20%) y otro tipo no especificado (9,5%).

Estudios como los anteriores están lejos de permitir el establecimiento de relaciones causales y aún más de poder valorar la magnitud y/o importancia de tal relación. Sin embargo, sugieren la existencia de una asociación entre usar un teléfono móvil y la accidentalidad, poniendo de manifiesto la de desarrollar estudios rigurosos que aporten evidencias que confirmen dichos resultados. Algunos estudios desarrollados son correlacionales y se han nutrido de los datos recogidos en informes de los cuerpos policiales a partir de un protocolo estandarizado. El ejemplo clásico por excelencia es el realizado en 1996 por la Agencia Nacional de Policía de Japón cuyos resultados dieron a conocer Goodman y sus colaboradores (1997). El objetivo de dicho estudio fue averiguar con qué frecuencia se usaban los teléfonos móviles con relación a los accidentes de tráfico. Sólo en un mes se identificaron 129

accidentes relacionados con el uso del móvil. De éstos, el 76% implicaban colisiones por alcance, el 2,3% fueron accidentes con un solo vehículo implicado, el 2,3% atropellos a peatones y el 19% se clasificó como ‘otros’, incluyendo colisiones por cambios de carril y en intersecciones. Según este estudio, solo el 16% de los conductores estaban conversando por teléfono en el momento de la colisión, el 32% estaban marcando un número, el 5,4% estaban colgando el teléfono (terminando la comunicación) y el 42% estaban respondiendo a una llamada. El gran número de accidentes relacionados con la manipulación del teléfono (32% marcando y el 42% respondiendo a una llamada) puede ser un reflejo de que en prácticamente todos los móviles vendidos eran de sujeción manual. Para el 42% de los conductores involucrados en un accidente como resultado de responder una llamada, los motivos solían ser: mirar a un lado para intentar coger el teléfono, descuidar la atención al conducir debido al sonido del teléfono o que se les cayera el teléfono.

A pesar de que las diferencias en el diseño del vehículo, el diseño y configuración del teléfono, el uso del teléfono, las condiciones e incluso los hábitos de conducción imposibilitan la extrapolación de los resultados de la investigación a poblaciones de otros países, este estudio está considerado como un precedente importante por diferentes investigadores (Goodman et al., 1997; Haigney y Westerman, 2001, Laberge-Nadeau et al., 2003). El motivo de tal consideración es que representa un intento único desde un departamento policial de identificar el uso del teléfono móvil por conductores involucrados en accidentes por colisión, valiéndose de una amplia y rigurosa recogida de información por parte del cuerpo policial responsable.

Desde una perspectiva metodológica diferente, existen ciertos trabajos que deben ser mencionados por su relevancia, repercusión y su papel como precedente clave. Los estudios epidemiológicos realizados por Violanti y Marshall (1996), Violanti (1997, 1998) y Redelmeier y Tibshirani (1997) constituyen un punto de referencia básico en la investigación posterior. Todos ellos presentaron resultados que han proporcionado evidencias de la relación entre el uso del teléfono móvil dentro del vehículo como distracción y la implicación en accidentes.

Los resultados de Violanti y Marshall (1996) ponen de manifiesto que hablar más de 50 minutos al mes por el teléfono móvil mientras se conduce está asociado a un incremento de riesgo que se multiplica por 5.59 veces. Así mismo, el uso del teléfono móvil en un vehículo mientras se llevaban a cabo otros comportamientos de manera simultánea también estuvo asociado a un incremento del riesgo de tener un accidente. La combinación de hablar por teléfono mientras se tomaba una bebida, se encendía un cigarrillo o se conducía con tan solo una mano en el volante resultó ser más significativa. Sin embargo, la combinación de diversas actividades (sin tener en cuenta el uso del móvil) realizadas por el conductor presentó un riesgo menor que el uso exclusivo del teléfono móvil. Aparentemente el uso del móvil para hablar como conducta aislada puede afectar al accidente en mayor grado que cualquier otra actividad llevada a cabo dentro del vehículo mientras se conduce.

Cabe señalar que la validez de estos resultados está limitada por el tamaño de la muestra, y por la baja prevalencia del uso de móviles en dicha muestra. La falta de pruebas de que las personas estuviesen usando un teléfono móvil en el momento del accidente fue quizá uno de los problemas más importantes. Los investigadores no preguntaron sobre este punto directamente por miedo a obtener una respuesta falsa o confusa. Por último, aunque se incluyeron 18 motivos de desatención en la

conducción, pudieron haber pasado desapercibidos otros factores que influyen en la atención del conductor.

En otros dos estudios realizados por Violanti (1997, 1998), la edad del conductor también fue introducida en los análisis. Los resultados sugieren la existencia de un efecto de la edad del conductor en el uso del teléfono en el riesgo de accidentes (por colisión y con heridos). Los resultados presentados por Violanti (1998) mostraron que el uso del teléfono móvil multiplicaba por 9 el riesgo de accidente entre los conductores que estuvieran utilizando el teléfono móvil en el momento del accidente. Cabe mencionar que estos resultados han sido cuestionados por diferentes investigadores (Cher, Mead y Kelsh, 1999; Goodman et al., 1997). Cher, Mrad y Kelsh (1999) señalaron una serie de problemas metodológicos que comprometen los resultados de Violanti (1998). Entre sus críticas más duras estos autores indican que Violanti incluyó variables intermedias en sus modelos de regresión- características del conductor que están potencialmente en el patrón causal del teléfono móvil en los accidentes de tráfico- que no deberían ser controladas en el modelo estadístico puesto que hacerlo podría llevar a resultados sesgados. Finalmente argumentan que la conclusión de que usar el teléfono móvil mientras se conduce incrementa el riesgo de los accidentes mortales tres veces más que estar bajo los efectos del alcohol- como afirmó Violanti (1998)- no es sostenible dados los conocimientos fisiológicos de los efectos del alcohol en las funciones del sistema sensoriomotor y en la cognición, ya que los efectos del móvil no serían equiparables en este sentido.

Redelmeier y Tibshirani (1997) estudiaron a conductores que tenían teléfonos móviles y que estuvieron involucrados en accidentes de tráfico con daños materiales considerables pero sin daños personales. Se analizaron todas las llamadas de cada persona el día del accidente y durante la semana anterior al mismo. Se estimó el momento del accidente según el criterio del propio sujeto, de los registros de la policía y de los listados de llamadas hechas a los servicios de emergencias. Los resultados más importantes fueron que el riesgo de accidentes cuando se usa un teléfono móvil es cuatro veces mayor que cuando no se usa un teléfono móvil. Las llamadas próximas al momento de la colisión fueron particularmente peligrosas, con un riesgo relativo de 4.8 mayor para las llamadas que tuvieron lugar en los 5 minutos previos a la colisión, comparado con el 1.3 para las llamadas con más de 15 minutos de antelación al momento del accidente. Los teléfonos móviles de tipo manos libres no mostraron ninguna ventaja sobre los manuales. Algunos autores recomiendan ser prudentes a la hora de interpretar los resultados de este trabajo debido a las numerosas limitaciones a las que está sujeto. Por ejemplo, se destacan las dificultades para valorar en este estudio cuál es el riesgo real. Concretamente, muchos conductores podrían no haber informado a los agentes de policía de que estuvieron hablando por teléfono cuando se vieron implicados en el accidente. Así, aunque se tenga acceso al momento en que se comunicó el accidente desde la cuenta de TM de los usuarios, es difícil concluir si estuvieron hablando por teléfono durante el accidente o bien inmediatamente después del accidente (Laberge-Nadeau et al., 2003). Por este motivo, muchos investigadores han puesto en duda estos resultados (NHTSA, 1997; Maclure y Mittleman, 1997; Quinlan 1997). A pesar de ello la investigación de Redelmeier y Tibshirani (1997) representa una investigación única y atractiva de la relación entre el uso del teléfono móvil y la seguridad del tráfico. Destaca especialmente su contribución al conocimiento y comprensión de la naturaleza de la relación estudiada. Su aportación más relevante es haber mostrado la necesidad de valorar la duración y la frecuencia de las llamadas para establecer la

magnitud de la contribución del uso del móvil en los accidentes (Maclure y Mittleman, 1997; Goodman et al., 1997; Haigney y Westerman, 2001).

En conclusión, los estudios que se han presentado, a pesar de sus limitaciones, resultan relevantes. Todos ellos sugieren relaciones interesantes sobre las que plantear estudios más robustos, e incluso sobre las que plantear hipótesis a contrastar mediante una investigación experimental más detallada (Goodman et al., 1997). Desgraciadamente, no ha habido continuidad en el campo de los estudios epidemiológicos que permita una mejor estimación de la relación entre los accidentes de coches y el uso de teléfono móvil son escasos.

El estudio epidemiológico conocido más reciente es el que llevaron a cabo Laberge-Nadeau y sus colaboradores en 2003, a partir de dos grandes cohortes una de usuarios y otra de no usuarios de móvil. Su objetivo fue verificar la existencia de una asociación entre el uso del teléfono móvil y las proporciones de accidentalidad. Hicieron distinción entre accidentes con muertes y el total de accidentes. Estudiaron también si los conductores usuarios de telefonía móvil tenían más o menos accidentes que aquellos que no eran usuarios teniendo en cuenta otras variables (edad, kilómetros recorridos anualmente, etc.) que pudieran predecir el número de accidentes. También contemplaron la frecuencia de uso del móvil y valoraron si ésta correlacionaba o no con el riesgo de accidente. Emplearon 3 fuentes de información: cuestionarios (acerca de hábitos generales de conducción, exposición al riesgo, opiniones y actitudes, accidentes en los últimos 2 años, información sociodemográfica y en usuarios información específica sobre el uso de este tipo de teléfono), información proporcionada por la Société de l'Assurance Automobile du Québec (SAAQ) e información procedente de 4 compañías de teléfono que ofrecen servicios de telefonía móvil.

Globalmente este estudio halló un riesgo relativo alto de accidente así como un alto riesgo relativo de accidentes con heridos para los usuarios de teléfono móvil en comparación con los no usuarios. Teniendo en cuenta las variables de confusión, el riesgo ajustado para todos los accidentes fue bajo, 1.11 entre usuarios masculinos y 1.21 para las usuarias en comparación con no usuarios. El riesgo relativo de sufrir un accidente con heridos fue significativamente más alto, de un 30%, para las mujeres usuarias y un 10% mayor para los hombres usuarios (aunque en este caso no alcanzó la significación estadística). Entre los usuarios hallaron una relación dosis respuesta mostrando que los usuarios frecuentes, tanto hombres como mujeres tenían riesgos relativos mayores que los usuarios ocasionales. Además, los usuarios ocasionales tenían ratios de accidentes similares a los no usuarios. Finalmente, es interesante señalar también que cerca del 90% de los usuarios declararon usar el teléfono durante la conducción. Este estudio destaca por su diseño cuidado dirigido a maximizar su validez interna y por aportar evidencias a favor de la existencia de una relación causal entre el uso de teléfonos y la accidentalidad.

A la vista de los estudios presentados parece razonable sostener que efectivamente existe una asociación, al menos a nivel estadístico, entre el uso del teléfono móvil y los accidentes. No obstante, las evidencias de los informes de accidentes sugieren que la proporción asociada directamente con accidentes de tráfico en carretera puede ser relativamente pequeña cuando lo comparamos con otros factores causales. En consecuencia, podría argumentarse que el uso del teléfono móvil hace una contribución despreciable en las amenazas en carretera. En tal caso, es posible que la interferencia que provocan no sea lo suficientemente importante como para deteriorar sustancialmente la conducción. Pero también es



posible que haya otros factores de confusión, y que la baja frecuencia de los registros de accidentes de tráfico relacionados con los teléfonos no refleje la verdadera incidencia de dichos casos (Haigney y Westerman, 2001). La mayoría de países carecen de un protocolo de recogida de datos estandarizada y rutinaria a nivel nacional que permitan comprobar la existencia de relación entre móvil y la ocurrencia posible de accidentes. Por lo que en muchos casos los datos disponibles están expuestos a importantes sesgos relacionados con recogida de datos. También podríamos encontrarnos ante una infrarepresentación de casos, consecuencia del miedo a las repercusiones legales (Haigney y Westerman, 2001; Goodman et al. 1997).

En resumen, los estudios revisados coinciden en apoyar la existencia de una asociación entre el uso de teléfonos y la accidentalidad, pero no coinciden en la magnitud del riesgo que supone. Por lo tanto, permanecen sin resolver muchas cuestiones importantes al respecto. Actualmente, la investigación aún está lejos de poder establecer la contribución concreta en la magnitud del riesgo hallado de aspectos como el tipo de sistema empleado (manos libres, teléfono convencional, etc.), la frecuencia, la duración y los diferentes momentos de la comunicación.

### **1.3.2 Los efectos**

Según los estudios revisados anteriormente el uso del teléfono móvil incrementa el riesgo de accidente. De tal conclusión se deduce que con dicha actividad, la conducción se vuelve más peligrosa y da lugar a errores que son los que contribuyen al desencadenamiento de un accidente o que directamente lo provocan. Dicho de otro modo, los estudios revisados sugieren la existencia de deterioro en el desempeño de la tarea de conducción resultado de hablar por teléfono.

En contraste con la escasez de trabajos conocidos dedicados a valorar los riesgos del uso del teléfono móvil, la cantidad de estudios experimentales dedicados a conocer sus efectos es abundante. Se han aportado evidencias del deterioro de la conducción cuando se usa un teléfono móvil en muchos estudios experimentales que han sido extensamente revisados (por ejemplo, Goodman et al, 1997; Haigney y Westerman, 2001; McKnight y McKnight, 1993). Se han empleado metodologías muy diversas y se han valorado aspectos diferentes del uso del teléfono móvil así como de sus consecuencias (para revisión crítica, Haigney y Westerman, 2001). En parte, esto explica el hecho de que la naturaleza de los efectos todavía no haya sido esclarecida completamente.

En relación a la necesidad de conocer la naturaleza de tales efectos, una de las cuestiones centrales a abordar es a qué puede atribuirse el deterioro de la conducción. Muchos trabajos dedicados a esta labor se han desarrollado bajo el supuesto de que utilizar un teléfono móvil puede afectar por dos aspectos diferentes (Strayer, Drews, Albert y Johnston, 2001; Strayer y Johnston, 2001; Salvucci, 2001; Rakauskas et al., 2004; Matthews et al., 2003). En primer lugar, podría provocar una interferencia periférica, esto es, interferencia consecuencia de la limitación de movimientos al sujetar un teléfono mientras se habla. Y en segundo lugar, podría provocar una interferencia atencional y/o cognitiva, es decir, una desviación de la atención y/o un incremento de esfuerzo cognitivo consecuencia del acto comunicativo en sí mismo.

Con respecto a la interferencia periférica, diferentes estudios coinciden en señalar que los aspectos manipulativos vinculados al uso de un teléfono móvil: como marcar (Kantowitz, Hanowski y Tijerina, 1996; Reed y Green, 1999; Salvucci, 2001;

Salvucci y Macuga, 2001), responder (Waugh et al., 2000) y sostener un teléfono (Brookhuis, deVries y de Ward, 1991; Haigney, Taylor y Westerman, 2000) provocan deterioro en variables como la posición en el carril, la distancia de seguridad, el tiempo de frenado, la velocidad etc. Algunos autores señalan que este deterioro no resulta mucho más importante que el que pudiera provocar la sintonización manual de la radio (Briem y Hedman, 1995). No obstante, cuando se valoran variables como la focalización visual, la proporción de tiempo dedicada a mirar el teléfono al marcar es el doble que la proporción dedicada a mirar el aparato de radiocaset al cambiar de caset o al sintonizar una emisora (Strayer y Johnston, 2001). Esto último se podría explicar por el nivel de dificultad de la tarea. Durante la tarea de marcación por dígitos hay que reconocer los números y presionarlos lo que podría suponer una demanda mayor para los conductores respecto a cambiar un caset (Wikman, Nieminen y Summala, 1998). Ante el desarrollo y la aparición en el mercado de nuevos sistemas de marcado, diferentes estudios han valorado qué sistema de marcación de los disponibles es más rápido y seguro. Se ha demostrado que aunque la marcación manual (digital) de los números puede ser más rápida que la marcación por voz, especialmente con números preprogramados de acceso rápido, la marcación por voz resulta ser más lenta pero la más segura (Briem y Hedman, 1995; Ranney, Watson, Mazzae, Papelis y Wightman, 2004; Reed y Green, 1999; Salvucci, 2001; Salvucci y Macuga, 2001). En cambio, cuando se responde a una llamada los dispositivos de activación por voz son más rápidos que los de marcación manual. En general, los dispositivos con menor demanda visual-que no requieren mirar el teléfono- provocan menos deterioro en el manejo del volante, puesto que desplazan menos la atención visual de la carretera (Salvucci, 2001; Salvucci y Macuga, 2001).

Podemos afirmar pues, la existencia de evidencias a favor de minimizar la manipulación del teléfono tanto como sea posible. De este modo se reduciría también la peligrosidad y el riesgo asociados.

Cabe destacar, si consideramos la existencia de una interferencia atencional y/o cognitiva, que la eliminación del componente manipulativo no debería eliminar los efectos del uso del móvil. En efecto, ni la marcación por voz ni el manos libres en general, eliminan los peligros asociados (Lamble, Kauranen, Laakso y Summala, 1999; Matthews et al., 2003). Es decir, si se valora el hecho de hablar, un manos libres no ofrece ventajas respecto al teléfono sostenido manualmente. En ambos casos se produce deterioro: enlentecimiento de la conducción, alteraciones de magnitud similar en la distancia de seguridad (Strayer et al., 2001; Strayer y Johnston, 2001; Strayer, Drews y Johnston, 2003; Lamble et al., 1999), así como un incremento de los tiempos de reacción y de la carga mental subjetiva (Matthews et al., 2003; Patten, Kircher, Östlund y Nilsson, 2004).

Ante estas evidencias, diversos trabajos recientes se han centrado, en la valoración de los efectos de hablar o conversar por teléfono. Para ello la investigación se ha centrado principalmente en el estudio de tareas de conducción que consisten en hacer frente a situaciones que requieren respuestas consideradas críticas como frenar, valorar el tamaño de un hueco entre vehículos o realizar un giro en un cambio de dirección.

Una volumen importante de la literatura está dedicada principalmente a la la respuesta de frenado estudiada en tareas de seguimiento de vehículos (Tokunaga, Hagiwara, Kagaya y Onodera, 2000; Ranney et al., 2004; Lamble et al., 1999), de respuestas ante semáforos (Strayer et al., 2003, Cooper et al. 2003) o una luz roja

(Consiglio, Driscoll, Witte y Berg, 2003; Irwin, Fitzgerald y Berg, 2000; Liu, 2003), y de aceptación-rechazo de huecos en la incorporación a la circulación (Bowditch y Groeger, 2001; Cooper y Zheng, 2002; Cooper et al. 2003). En general, ante la concurrencia de hablar por teléfono y conducir se han observado: mayores tiempos de reacción/frenado, mayor intensidad en la respuesta de pisar el freno, mayores distancias de seguridad y de frenado, respuestas más conservadoras a la hora de valorar un hueco o de parar ante un semáforo.

Con respecto a las medidas generales del desempeño de la conducción, se ha observado también alteraciones en el mantenimiento de la posición en el carril en el porcentaje de tiempo fuera del carril, el número de colisiones y la velocidad (Ranney, Mazzae, Garot y Goodman, 2000; Reed y Green, 1999; Salvucci, 2002; Strayer y Drews, 2003; Strayer et al., 2003; Ranney et al., 2004).

Los primeros estudios que trataron de aportar evidencias de los efectos sobre la conducción provocados por aspectos comunicativos sobre la conducción, tenían por base la consideración de la conversación como actividad eminentemente cognitiva. Aunque dichos trabajos han servido de referencia y punto de partida, la extrapolación de los resultados obtenidos a situaciones reales es discutible dada la artificialidad del tipo de tarea secundaria que los participantes realizaban: tareas de razonamiento (Brown, Tickner y Simmons, 1969), tareas mentales de aritmética, (McKnight y McKnight, 1993) y tareas de working memory (Alm y Nilsson, 1995; Briem y Hedman, 1995). A partir de sus resultados se concluye que la conducción se ve afectada al menos por tareas cognitivas.

Gran parte de los estudios posteriores que han utilizado manos libres han incluido tareas secundarias muy similares a las mencionadas y han partido de los mismos supuestos: el esfuerzo cognitivo necesario para participar en una conversación telefónica es también un factor de deterioro. Es decir, sostener un teléfono móvil no es el aspecto principal sino “estar pensando“. En consecuencia, continúan empleando tareas secundarias de carácter eminentemente cognitivo. Muchas de las investigaciones han utilizado como contenido para las conversaciones simuladas tareas artificiales tales como tests matemáticos o verbales. Las tareas de test matemáticos han incluido cálculos o reconocimiento de dígitos relativos a conjuntos numéricos memorizados (Hancock, Lesch y Simmons, 2003) o incluso cálculos matemáticos (Tokunaga et al., 2003). Para tareas verbales, se han propuesto algunas de razonamiento verbal (Bowditch y Groeger, 2001; Cooper y Zheng, 2002) y en algunos casos se han utilizado técnicas de encubrimiento, que simplemente requerían al sujeto repetir una palabra que se presentaba (Strayer y Johnston, 2001). Otras investigaciones han empleado la generación de palabras que sólo requería crear una palabra basada en la última palabra presentada (Strayer y Johnston, 2001), o contestar cuestiones excesivamente simples (Irwin et al., 2000). Algunos estudios han utilizado tareas verbales ampliamente conocidas que requieren escuchar frases, recordar elementos de esas frases y repetir algunas de las palabras que acababan de escuchar usando la secuencia correcta (Brown et al., 1969; Haigney et al. 2000, Waugh et al. 2000; Bowditch y Groeger, 2001). Otros estudios han empleado tanto con contenido basado en imágenes espaciales como contenido verbal-semántico (Cooper et al., 2003; Recarte y Nunes, 2000 y 2003). Conviene resaltar, que la mera escucha de material verbal no es suficiente para alterar de manera significativa la conducción (Liu, 2003).

Recientemente se puede apreciar un esfuerzo por parte de los investigadores por incorporar tareas secundarias menos artificiales. Se ha comenzado a estudiar el hecho de hablar por teléfono no como mera actividad cognitiva, sino como una actividad comunicativa, incorporando temáticas cotidianas en las conversaciones (Rakauskas et al., 2004; Irwin et al., 2000, Consiglio et al., 2003; Strayer y Drews, 2003). En consecuencia, actualmente se están desarrollando trabajos que contemplan en sus diseños experimentales todo el proceso de comunicación, es decir, los diferentes momentos de tal proceso: realizar una llamada (marcar el número), contestar una llamada y conversar (Ranney et al., 2004).

Desde esta perspectiva se han realizado experimentos con el objetivo de valorar los efectos de la conversación sobre la conducción. En algunos trabajos se han evaluado aspectos concretos como el contenido, la complejidad y la duración de la conversación, e incluso la interacción entre la conversación y la complejidad del entorno vial. Aunque en algunos estudios es discutible el contenido de tales conversaciones, otros estudios son elogiados por el intento de manipular la complejidad de tales conversaciones y el contenido de éstas. Es más, las inquietudes actuales giran en torno a la cuestión de si es el mero hecho de hablar lo que interfiere en la conducción, o bien reside en la conversación como acto comunicativo bidireccional. Más concretamente, está suscitando gran interés el contenido y/o la complejidad de la conversación como posibles factores clave en la interferencia.

Tal y como es esperable por sentido común, las conversaciones complejas causan mayor deterioro que las conversaciones sencillas (p.ej. Tokunaga et al., 2000; Liu, 2003). Así mismo, una mayor intensidad de la conversación (contenido de carácter más emocional) también ha mostrado provocar mayor deterioro (Lamble et al., 1999).

Finalmente, es recomendable ser cautos a la hora de considerar los resultados de los trabajos revisados, ya que con la pretensión de comprender mejor los fenómenos subyacentes, estos se han centrado principalmente en el estudio de indicadores que revelen cómo interviene la atención. Idealmente, esto hubiera requerido el estudio de las demandas de tareas representativas usando situaciones de conducción realistas y conversaciones naturales. En la práctica, los trabajos emplearon las tareas cognitivas nombradas por ser fáciles de implementar y cuantificar, y porque permitían valorar el impacto de la actividad cognitiva concurrente con la conducción. A pesar de ello muchas no representaban conversaciones típicas ni involucraban demandas de los conductores que intervienen en el uso del móvil. Por lo que la implicación del conductor no puede esperarse que fuera equivalente a la implicación que éstos presentan en condiciones naturales. Además, habría que tener en cuenta que generalmente, en los estudios revisados, el realismo de la tarea secundaria (hablar por teléfono) ha ido en detrimento del realismo en la tarea primaria (conducir) y viceversa. En este sentido, la metodología empleada para la tarea de conducción también ha sido bastante diversa. Así se han empleado desde tareas que implican habilidades requeridas en la conducción como responder a luz roja y/o tareas de observación de videos que requerían detectar estímulos o responder pisando un pedal “de freno”. Los recursos más habituales han sido el uso de simuladores con diferentes niveles de sofisticación, y el uso de vehículos equipados para el registro de variables, tanto en circuitos cerrados como en circulación por carretera.

En conclusión, a partir de los resultados disponibles hasta la fecha, podemos afirmar que la acción de hablar *per se* tiene un impacto negativo sobre la conducción

resultado de una interferencia atencional o bien de una sobrecarga cognitiva. Además, podemos apuntar que la complejidad, el contenido y la duración de una conversación probablemente jueguen un papel relevante en cuanto al impacto de ésta en la conducción.

### **1.3.3 Los procesos psicológicos implicados**

Gran parte de la investigación experimental llevada a cabo sobre el riesgo que supone el uso del móvil mientras se está conduciendo ha sido tomada desde una perspectiva exclusivamente pragmática, en el sentido de que ha intentado cuantificar los efectos. La exploración de tales efectos ha sido mayoritariamente formulada en términos conductuales (cambios en la desviación, velocidad, tiempo de reacción, accidentalidad, etc.). De algún modo, podemos decir que tales estudios se centran en la búsqueda de resultados finales, descuidando los procesos que subyacen a cada tarea, y sin preguntarse en qué medida los hallazgos se pueden encuadrar en el marco de algún modelo teórico explicativo. Probablemente, este distanciamiento entre investigación teórica y aplicada, puede ser atribuido también al hecho de que, por su parte, la investigación sobre procesos básicos se lleva a cabo en situaciones abstractas y muy simples, por lo que suele ser difícil extrapolarla a situaciones reales donde intervienen muchos más factores.

Uno de los principales problemas a los que tenemos que hacer frente a la hora de “desgajar” cada uno de los procesos que se ven afectados por el uso del teléfono móvil, y más concretamente por el mantenimiento de una conversación, es el nivel de análisis a adoptar.

Tanto la conducción como el uso del móvil son tareas en las que, intervienen procesos psicológicos de una gran complejidad. Ésta viene dada por la cantidad de capacidades que entran en juego en la tarea de conducción y por las distintas subtareas o modos de empleo que incluye la tarea de utilizar un teléfono móvil. Conducir implica prestar atención a multiplicidad de estímulos del entorno y reconocerlos, asociarlos a un significado previamente aprendido para posteriormente tomar una decisión acerca de la respuesta más apropiada y adecuar la conducta motora (a su vez compleja, aunque con la práctica automatizada) a tal decisión de forma rápida y eficaz. Por otra parte, usar el móvil puede referirse a conductas bien distintas según la ocasión. A su vez cada una de ellas implica distinto número y tipo de capacidades. De este modo, no es lo mismo escribir un mensaje, que por ejemplo, marcar un número, sostener el aparato para escuchar el buzón de voz, dejar un mensaje en el buzón de voz o mantener una conversación.

A continuación se presentan de una manera general, y aproximativa, los procesos psicológicos que ocupan un lugar importante en la conducción y en la realización simultánea de ésta con el establecimiento y desarrollo de la comunicación mediante teléfono móvil.

La conducción como tarea, consiste en algo más que ser capaz de controlar el funcionamiento de una máquina. Conducir un vehículo, circular, implica la colaboración de diferentes sistemas sensoriales y también el procesamiento de la información haciendo frente a continuas situaciones que son todas diferentes entre sí. Dicho de otro modo, conducir requiere controlar el vehículo y la situación vial en todo momento sea cual sea el tipo de situación a la que nos enfrentemos. Para ello la información visual resulta crucial, puesto que es prácticamente la única que nos permite planificar acciones.

Al conducir, se integran procesos paralelos y seriales de una gran cantidad de subtarear, algunas de las cuales son automáticas, y otras, requieren asignación de recursos atencionales. Y esto, no sólo en los momentos de ejecución motora sino en la evaluación continua de la situación, creando hipótesis, eligiendo entre alternativas, preparando planes de acción, etc., a veces fundados en expectativas erróneas o con información insuficiente (Rumar, 1990).

Por lo tanto, de todos los procesos que intervienen, la atención- entendida como dispositivo que integra todos estos elementos es esencial en la conducción - ocupa un lugar fundamental para el buen desarrollo del resto de procesos. Su importancia reside en que ésta gobierna tanto los procesos de adquisición de información a través de los sistemas sensoriales, como los de búsqueda de información en la memoria o los de selección de respuestas motoras, y en general aquellos procesos que no están automatizados. La preponderancia de la información visual frente a otras modalidades sensoriales, se ve reflejada en las investigaciones que se han dedicado ampliamente al estudio de la atención visual. Dicho estudio se basa fundamentalmente en el análisis de la conducta de exploración del campo visual, en cuanto a qué información pasa inadvertida, la detección de objetos, etc.

De los aspectos de la atención asociados con la conducción y que han centrado el interés en este campo podemos nombrar como más relevantes: la atención dividida, la atención sostenida y la carga mental. La atención dividida es necesaria en situaciones de doble tarea como por ejemplo conducir mientras se escucha o se manipula la radio, o se utiliza un teléfono móvil. La atención sostenida tiene un papel importante en la detección de estímulos y en el mantenimiento del estado de alerta. Por último, la carga mental hace referencia al nivel de esfuerzo mental. El incremento de carga mental, es uno de los aspectos típicamente estudiados junto con la atención dividida y se refiere a situaciones que hacen que la tarea de conducir sea más difícil, y que requiera esfuerzo mental adicional por parte del conductor (Pollock y Cornejo, 2001). Ejemplos de este tipo de condiciones son conducir sobre una calzada resbaladiza (Cooper et al. 2003), tareas secundarias de seguimiento de un vehículo guía que cambia su velocidad de manera inesperada, tareas de detección periférica, etc.. Estos aspectos de la atención no se ponen en marcha de manera completamente independiente. Así, por ejemplo la distribución de los recursos mentales en la atención, depende de los diferentes niveles de carga mental del conductor (Patten et al. 2004). Con base en esta premisa, el grado de deterioro producido con la manipulación de la complejidad de tareas secundarias (a partir del contenido de una tarea de conversación, por ejemplo) se ha empleado como un indicador indirecto de carga mental. Esta estrategia para valorar la carga mental cognitiva de tales tareas ha sido empleada por diferentes grupos de investigación (p.ej. Crundall, Underwood y Chapman, 2002; Patten et al. 2004) Por esto, la reducción de la velocidad observada en algunos conductores mientras se realizan tareas secundarias, como utilizar, un teléfono suele interpretarse como una estrategia compensatoria de reasignación de sus recursos mentales ante la sensación de decremento serio de su capacidad atencional para conducir (Patten et al., 2004).

La información que permite la regulación de los procesos implicados y de los comportamientos en la conducción es esencialmente visual y para su obtención, los movimientos oculares se pueden considerar como la interfaz conductual entre la atención y la extracción de información visual. Los movimientos oculares, aunque pudiera parecer contradictorio, están principalmente dirigidos por la atención. A partir de la atención, se ponen en marcha determinados patrones de exploración

visual, que a su vez permiten identificar y detectar estímulos relevantes, en los que fijar la mirada. A partir de los elementos que configuran el campo visual, de los elementos sobre los que fijamos la mirada y de las alteraciones en las imágenes visuales retinianas que se van experimentando (flujo óptico), las personas extraen información sobre su propio movimiento y posición, con relación a los otros elementos del entorno. (Lillo, 1995). De este modo las personas podemos estimar nuestra propia velocidad y la de los otros vehículos, los tiempos estimados de colisión con otros objetos, la posición propia en el carril, etc. (Para una explicación más detallada, consultar Lillo, 1995).

Estos recursos son los que ayudan a tener conciencia de lo que acontece en la situación vial. Esta conciencia situacional podría definirse como la percepción que una persona tiene de los elementos del entorno en un momento determinado espacio-tiempo, la comprensión de su significado y la proyección de su estado en un futuro cercano (Parkes y Hooijmeier, 2000). De esta manera el conductor puede ir modificando sobre la marcha las acciones desempeñadas en la tarea de conducir para hacer frente al flujo enorme de estímulos que se presentan en el campo perceptivo del conductor, que suelen estar muy poco estructurados y que pueden llegar a ser poco claros en cuanto a qué son y las consecuencias que podrían tener. Entre tales estímulos el conductor, gracias al procesamiento de la información visual es capaz de seleccionar aquellos más relevantes que definen mejor la situación y estructurarlos para poder darles un sentido, respondiendo ante ellos.

En los dos apartados anteriores, se han aportado evidencias de que el uso del teléfono móvil incrementa el riesgo de accidente. También se ha mostrado que ese incremento se puede atribuir a las diferentes alteraciones y errores consecuencia de dicha tarea sobre la conducción.

Podemos afirmar que la razón principal por la que el uso de la telefonía móvil supone un riesgo reside en que es una actividad ajena a la conducción que requiere ciertas demandas que compiten con ésta última. Bajo el supuesto de recursos limitados apoyado por diversas teorías (para una revisión, Pashler, 1994), diferentes investigadores han planteado la hipótesis de que hablar por teléfono deteriora la conducción como resultado de la competencia atencional-cognitiva entre estas dos tareas que supone. Según esta última hipótesis, la concurrencia de las dos tareas estaría reduciendo los recursos disponibles para conducir adecuadamente, por lo que se incrementaría la posibilidad de cometer errores. Tales errores serían los responsables de una conducción más peligrosa favoreciendo el desencadenamiento de un accidente. Estos serían resultado, por lo tanto, de la interferencia en los procesos psicológicos que se ponen en marcha mientras se conduce.

Si tenemos en cuenta que los principales errores en la conducción pueden tener su origen en cualquiera de los factores y procesos psicológicos implicados en el desempeño de esta actividad, podemos establecer tantos tipos de error como factores y procesos implicados en la conducción. Siguiendo esta lógica, los errores y alteraciones descritas en el apartado anterior, entre otros, suponen indicadores que han ayudado desde un punto teórico a identificar los procesos psicológicos que se ven afectados con el uso concurrente del móvil.

En general los errores que puede cometer un conductor se suelen clasificar según el nivel de procesamiento de la información afectado. La Figura 1 muestra la clasificación propuesta por Montoro y sus colegas (2000) que distingue entre errores producidos en los niveles inferiores y en los niveles superiores.

Respecto a los errores producidos en los niveles inferiores, se consideran generalmente los errores de entrada de información y de producción o de ejecución de respuestas motoras tras el procesamiento de la información. Los primeros engloban los errores producidos por una entrada fallida o inadecuada de la información a través de los sentidos, los errores atencionales y los errores perceptivos. Así como también, errores de reconocimiento e identificación producidos por una inadecuada entrada o recepción de la información estimular a través de los sentidos, o un inadecuado reconocimiento o identificación de tal información a nivel de los centros superiores como por ejemplo en cuanto a la percepción de distancias (percepción espacial) y la percepción de velocidades (percepción del movimiento). Este primer gran grupo se corresponde en buena medida con errores en respuestas basadas en habilidades, y con aquellos fallos producidos cuando un plan de acción correcto da como resultado acciones erróneas no deseadas, como por ejemplo: tener la intención de girar a la izquierda pero poner el intermitente derecho y girar hacia la derecha; llevar durante mucho rato seguido el mismo coche delante y terminar por tomar su ruta, aun cuando no es la propia; empezar a girar antes de poner el intermitente, iniciar la marcha sin quitar el freno de mano, intentar cambiar a la marcha que está puesta o intentar frenar ante un semáforo en rojo y no encontrar por un instante, el pedal correspondiente, etc.

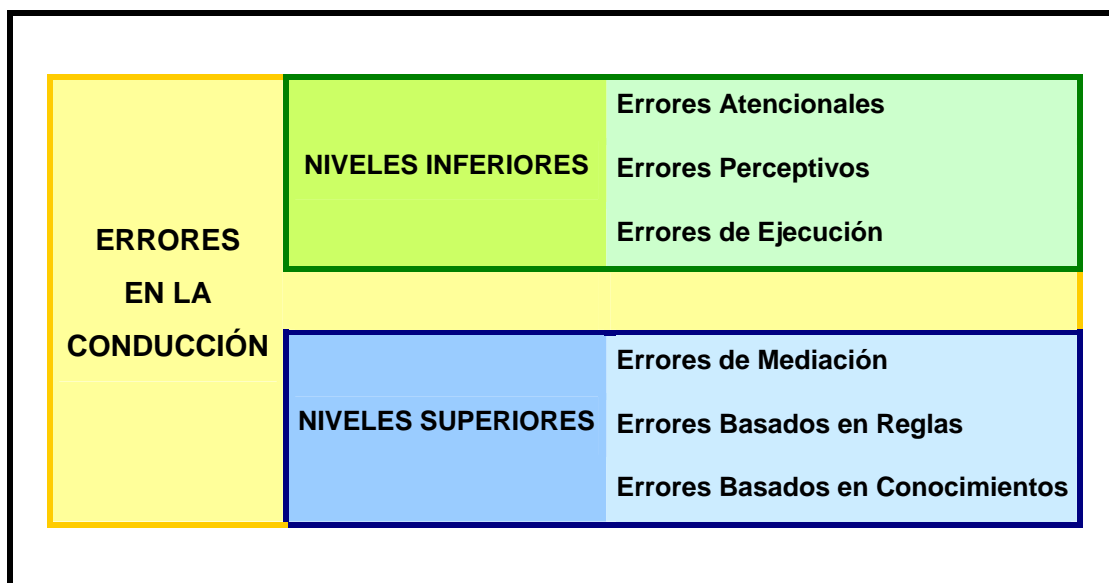


Figura 1: Clasificación de los errores en la conducción propuesta por Montoro et al. (2000).

En cuanto a los errores en los niveles superiores del procesamiento de la información, estos pueden agruparse en tres tipos: errores de mediación, errores basados en reglas y errores basados en conocimientos. Los primeros tienen lugar en el procesamiento central de la información seleccionada por la atención y percibida por el conductor. Entre estos destacan: los errores de interpretación, los de evaluación y los de decisión propiamente dichos. En el segundo grupo se incluyen aquellos que son resultado de la aplicación—a un nivel semiautomático/semiinconsciente— errónea de normas aprendidas sobre la ejecución de tareas familiares o sobre la solución de un problema en situaciones habituales de tráfico. Este tipo de errores por lo tanto, pueden darse como fruto de la errónea aplicación de



reglas correctas o de la aplicación de reglas incorrectas. Por último, los errores basados en conocimientos implican hipótesis equivocadas o conocimientos erróneos (a nivel de ejecución consciente) sobre algún elemento del sistema. Dado que esta clase de errores pueden darse en una múltiple variedad de formas no es posible establecer a priori categorías genéricas ni sus formas características.

De estos dos grandes grupos de fallos posibles, el uso del móvil se ha relacionado con aquellos que se producen en la búsqueda, selección y recogida de la información relevante; y/o en el procesamiento de esa información y la consecuente toma de decisiones.

Si como suele considerarse, hablar por teléfono interfiere a nivel atencional y de procesamiento de la información, los efectos de dicha actividad deberían materializarse dando lugar a errores pertenecientes al primer grupo. Dicho de otro modo, si hablar por teléfono implica mayormente recursos propios de procesos de niveles inferiores, debería provocar errores del tipo descrito en el primer grupo.

En la literatura, podemos encontrar numerosos ejemplos que apoyan esta hipótesis. Algunos los encontramos en estudios que sugieren la entrada fallida de información que no es procesada. Algunos estudios han hallado que los conductores cuando están al teléfono pasan por alto más señales de tráfico que cuando se conduce sin distracción (Strayer y Johnston, 2001). Resultados similares son los presentados por McCarley y sus colegas (2001) que indican que las conversaciones telefónicas interfieren con la detección de cambios en las escenas de tráfico reales. Algunos estudios también han mostrado reacciones más lentas por parte de los conductores a la luz de freno de los vehículos precedentes y mayor propensión a saltarse semáforos, durante una conversación telefónica (Strayer y Drews, 2003). Podría pensarse que estos resultados se deben a que los conductores mientras están conversando sí detectan las señales de tráfico pero se produce una supresión de las respuestas a éstas. Sin embargo, se ha demostrado a partir de tareas de memoria perceptiva implícita que la conversación telefónica realmente inhibe la atención al entorno externo (Strayer y Drews, 2003).

Además, si en condiciones normales no se perciben entre un 5-15% de las señales de tráfico, cuando se usa el móvil se pueden dejar de captar hasta un 50%. Destacan los experimentos del programa ARGOS de la DGT. Mediante evaluaciones subjetivas y objetivas en relación con parámetros como la velocidad, la trayectoria, la exploración visual, y el tiempo de reacción, en estos estudios se llega a la conclusión clara de que el uso del móvil puede alterar de manera muy notable las ejecuciones del conductor.

En el apartado anterior se han descrito también alteraciones en la velocidad, en la posición, enlentecimiento de las respuestas que pueden estar indicando fallos en la percepción del movimiento, de la posición etc.

Estos errores además pueden justificarse desde un punto de vista teórico. Desde el campo de la investigación de la psicología básica experimental se han aportado evidencias que son consistentes con los que aportan los estudios revisados hasta ahora y que permiten una aproximación a los procesos que se están viendo afectados desde un punto de vista teórico.

Se han aportado evidencias que apoyan de manera robusta el hecho de que la atención cuenta con recursos limitados. Además parece que estos son compartidos por las diferentes modalidades sensoriales. Esto explica que el procesamiento de información procedente de diferentes modalidades sensoriales como la visual y la

auditiva compitan en cuanto a recursos (Liu, 2001), y que en situaciones de doble tarea visual-auditiva se haya constatado una reducción del campo visual (Pomplun, Reingold y Shen, 2001) y un empeoramiento de la codificación de información visual (Jolicoeur, 1999). Además esta reducción es mayor cuanto mayor es la demanda y la complejidad de la tarea auditiva. Lo cual es consistente con los resultados de estudios en que la tarea primaria consistía en una tarea de detección visual asociada a la conducción y la segunda tarea requería hablar con un teléfono móvil o con manos libres (Golden, Golden y Shneider, 2003; Recarte y Nunes, 2002, 2003). En general, con respecto al tema que nos ocupa, lo que se ha observado es que las conversaciones conllevan un incremento de carga mental y de distribución de recursos atencionales que empeoran el rendimiento en tareas de detección de estímulos. La capacidad para detectar estímulos periféricos, importante para el conductor de un vehículo, también parece verse afectada. Patten, Kircher, Östlund y Nilsson (2004) propusieron a sus participantes una tarea de detección periférica estudiando el efecto del tipo de conversación (simple versus compleja) y del tipo de modalidad (sostenido versus manos libres). Demostraron que el tipo de conversación era mucho más importante que el tipo de teléfono empleado. Cuanto más compleja es una conversación mayores pueden ser los efectos negativos de la distracción sobre la conducción.

No sólo la complejidad de la segunda tarea empeora el rendimiento visual, sino que la complejidad del campo visual al participar de la carga mental hace que los efectos de la segunda tarea sean más destacados. Cabe señalar que el mero incremento del número de estímulos que conforman el campo visual ya añade complejidad a la tarea de conducir (Crundall et al., 1999). Esto último responde a que se debe atender a más estímulos en la selección de los relevantes por lo que se asignan más recursos atencionales a dicha tarea (Handy, Soltani y Mangun, 2001). Un ejemplo de este tipo de complejidad se da en circunstancias de tráfico denso, o en circunstancias de un entorno desconocido en obras (en el que abundan luces de balizamiento y señales de precaución de colores llamativos).

En síntesis, hablar por teléfono afecta a los procesos psicológicos de nivel inferior más importantes que participan en la conducción: la atención y la percepción de estímulos visuales, provocando errores en la recogida y percepción de la información. Las consecuencias que comportan hablar por teléfono se dirigen a un peor conocimiento de la situación (empeoramiento de la conciencia situacional) y a una sobrecarga mental que empeora la capacidad de respuesta.



## **1.4 La telefonía móvil como amenaza: estado de la cuestión**

En el campo de la seguridad vial existe una gran inquietud por identificar y establecer con cierta concreción, los elementos precipitantes de los accidentes de tráfico. Hecho que se ve reflejado en los estudios que se llevan a cabo por parte de las instituciones pertinentes en diferentes países, y los programas diseñados para mejorar la recogida de datos al respecto que ayuden a esclarecer las circunstancias y a determinar el peso de todos los factores que estuvieron implicados (Hill, 2001; ONU, 2003). En este sentido, existe cierto consenso acerca de la necesidad de ampliar y profundizar en el conocimiento de factores como el impacto de las nuevas tecnologías, que vienen desarrollándose e integrándose en los vehículos como en el caso de la telefonía móvil.

Tal y como destacan Lambie, Rajalin y Summala (2002), en los últimos años ha crecido de manera considerable el interés de la sociedad y de la comunidad científica por el impacto que las nuevas y desarrolladas tecnologías de la comunicación y de la información podría tener en la seguridad vial. De esta oleada de nuevas tecnologías, si algún dispositivo se puede anunciar como el primero que representa realmente una interactividad con el conductor, sin dudas ese es - en oposición a la radio o el reproductor CD - el teléfono móvil.

El uso del móvil en población general se ha extendido rápidamente en la última década. Las opiniones y argumentos en torno al uso del teléfono móvil por los conductores ha sido diverso: se ha condenado duramente (De Jong, 2003) y también se ha defendido (Chapman y Shofield, 1998). Es obvio, que las innovaciones tecnológicas van avanzando a la par que las necesidades, hábitos y posibilidades en la conducción sufren cambios, y en consecuencia se requiere la comprobación de estos sistemas antes de introducirlos en el mercado (Bullinger y Dangelmaier, 2003) en cuanto a seguridad se refiere.

Hasta ahora, no sólo se ha descrito una asociación entre el uso del móvil y la accidentalidad, sino que existen evidencias de que incrementa el riesgo de accidente (Laberge-Nadeau et al., 2003; Redelmeier y Tibshirani, 1997; Violanti y Marshall, 1996; Violanti, 1995, 1998). Se ha demostrado ampliamente que hablar por teléfono tiene consecuencias sobre la conducción (por ejemplo, Strayer, Drews, Crouch y Johnston, 2002 o bien para revisión, Goodman et al, 1997; Haigney y Westerman, 2001). En síntesis, éstas se dan en dos sentidos. Por un lado, según el nivel manipulativo requerido por el dispositivo de telefonía, coartando la libertad de movimientos. Así, respecto a las interferencias en el manejo motriz del vehículo por ejemplo, se tienen menos posibilidades de controlar bien el volante, los intermitentes o el cambio de marchas. Y por otro, según la sobrecarga cognitiva provocada por la conversación telefónica, interfiriendo en los procesos psicológicos que se ponen en marcha mientras se conduce a saber: atencionales, perceptivos, fundamentalmente aquellos que implican la visión, de procesamiento de la información, de programación y de ejecución de acciones. Y lo que se traduciría en un incremento considerable de errores de omisión en la detección de objetos u otros vehículos y desorientación o pérdida de conciencia situacional. Esto puede dar lugar a deterioro de la posición en el carril y confusiones de itinerarios o incluso a adelantamientos peligrosos; alteraciones en la distancia de seguridad que habitualmente desemboca en frecuentes alcances en la ciudad; incremento de los tiempos de reacción, salidas de la vía debido a giros bruscos y desviaciones de la trayectoria; comisión de más infracciones, especialmente por la falta de captación de la señalización, alteraciones

en la velocidad, con fuertes y bruscos cambios y tendencia a ir más despacio de lo normal.

En global, la amenaza del uso del teléfono móvil para la seguridad vial, reside en que merma la capacidad de un conductor para afrontar con éxito acontecimientos inesperados y situaciones de tráfico conflictivas.

A la vista de los resultados de los estudios experimentales existentes que indican los efectos negativos usando un teléfono pueden no ser resultado de sostener el teléfono sino principalmente de hablar por teléfono, no está claro que las medidas legislativas que permiten exclusivamente los manos libres mejoren la seguridad (Strayer et al., 2002; Vollrath, Meilinger y Krüger, 2002). Las legislaciones que aceptan este tipo de dispositivos podrían inadvertidamente promover un uso mayor de los teléfonos móviles mientras se conduce si los usuarios perciben la idea de que los diseños de manos libres son seguros (Matthews et al., 2003). En consecuencia, se incrementaría la exposición a los efectos y riesgos asociados. Sin embargo, a la vista de los estudios revisados, y haciendo una valoración crítica y no falta de sentido común, no parece razonable alzar la voz de alarma y de condena a la incorporación de nuevos sistemas de comunicación en los vehículos. Es más, con los recursos actualmente disponibles, una medida que prohibiera también el uso de manos libres podría ser sino absurdo, sí difícilmente regulable y sancionable por las dificultades que entraña la detección de esta práctica. Resulta sencillo observar a un conductor que no utiliza cinturón de seguridad, identificar a un conductor que está utilizando un manos libres en cambio, resulta complicado.

Si hablar por teléfono puede considerarse una amenaza asumible o no, es una cuestión que es preciso abordar. Con esta intención, algunos autores han recurrido a la comparación de esta actividad con otros comportamientos considerados aceptables para el mantenimiento de la conducción segura, como sintonizar la radio (Ranney et al., 2000), escuchar música (Liu, 2003) y también con otros considerados muy peligrosos (Haigney y Westerman, 2001).

Entre los comportamientos potencialmente distractores que son aceptados y que han sido comparados con el uso del teléfono móvil, los más recurrentes han sido: sintonizar y escuchar la radio (programas de tertulia y programas musicales), cambiar un caset, y conversar con un pasajero. Algunos estudios han tratado de ver hasta qué punto estos comportamientos son comprables en cuanto a las consecuencias que tienen sobre la conducción.

Destacan, en este sentido, los trabajos de Strayer y sus colegas (Strayer et al., 2002; Strayer et al., 2003) y también el trabajo de Consiglio, Driscoll, Witte y Berg (2003). Éste último en concreto, por comparar los efectos del uso del móvil y del manos libres con los de la conversación con un pasajero y el uso de la radio. Los resultados obtenidos por estos dos grupos de investigadores apoyan la idea de que el uso de la radio (sintonizarla y escucharla) es una actividad aceptable, tal y como defienden otros autores (Ranney et al., 2000). Así mismo ponen de manifiesto que mantener una conversación tiene consecuencias sobre el tiempo de reacción en las respuestas de frenado, tanto si se sostiene el teléfono como si se emplea un manos libres. Y en ambos casos tales consecuencias son mayores que las atribuibles al uso de la radio.

Hablar con un pasajero, también tiene consecuencias sobre la conducción comparables a la conversación telefónica (Consiglio et al., 2003). Consiglio y sus colaboradores hacen hincapié, no obstante, en la artificialidad de la tarea primaria

(frenar ante una luz roja). Señalan además que en la vida real la situación de conversar con un pasajero es muy diferente a hablar por teléfono. Entre otros motivos, porque en presencia de un pasajero, se negocia el ritmo de la conversación y quién la dirige en función del contexto de tráfico. El ritmo de la conversación reside en ambos interlocutores, sin embargo, telefónicamente esto no es tan sencillo y no se da de la misma manera. Por este motivo, la modulación en función de los cambios del contexto difícilmente puede darse. Vollrath, Meilinger y Krüger (2002) de acuerdo con esta idea, sostienen también que la presencia de un pasajero a diferencia del interlocutor puede propiciar una conducción más segura. Cuando un pasajero advierte que el conductor modula su discurso debido a la situación del tráfico, tiende a no continuar con la conversación y esperar hasta que se haya resuelto la situación. El pasajero también podría actuar como apoyo del conductor en la detección de situaciones críticas. Ambas acciones no son posibles para el interlocutor que se encuentra al otro lado de la línea telefónica puesto que éste no puede ver la situación del tráfico. Aunque estos supuestos han sido apoyados por diversos autores (Parkes, 1991; McKnight y McKnight, 1993; Haigney y Westerman, 2001), también existen evidencias que apuntan lo contrario, esto es que los pasajeros a partir de la información visual disponible no modulan sus conversaciones con el fin de ayudar a los conductores (Gugerty, Rakauskas y Brooks, 2004).

En referencia a comportamientos considerados muy peligrosos, el consumo de alcohol es sin duda uno de los más importantes. Este comportamiento está regulado legalmente y en consideración a los efectos que tiene, se ha establecido una concentración en sangre límite correspondiente a la cantidad tope cuyos riesgos y peligrosidad se consideran todavía asumibles. Algunos estudios han establecido equiparaciones o comparaciones de la peligrosidad del uso del móvil con respecto a concentraciones de alcohol en sangre en el límite legal (Redelmeier y Tibshirani, 1997). La equiparación en cuanto a riesgos ha sido criticada, argumentando que en muchos casos no se ha tenido en cuenta la exposición, ya que el uso del móvil es una actividad puntual y la exposición al riesgo se limita al tiempo de conversación o manipulación, mientras que en el caso del alcohol la exposición dura todo el trayecto. Ya desde otra perspectiva, la de los efectos, se han desarrollado trabajos experimentales que han comparado los efectos en la conducción simulada de conversar con manos libres y de concentraciones de alcohol en sangre permitidas en el límite legal (Strayer et al., 2002; Strayer et al., 2003). Los resultados de Strayer y sus colaboradores (2002, 2003) han puesto de manifiesto que controlando el tiempo dedicado a la tarea y las condiciones de conducción, el deterioro de la conducción experimentado por los conductores mientras conversaban fue mayor que bajo los efectos del alcohol en concentraciones legales. Es interesante señalar, que los patrones observados en el deterioro provocados por el alcohol y por una conversación telefónica son diferentes. A diferencia del enlentecimiento observado en la conducción mientras se conversaba, bajo los efectos del alcohol la conducción fue más arriesgada.

En resumen, ante las anteriores evidencias podemos afirmar que el uso de la telefonía móvil durante la conducción, al menos supone un peligro potencial no equiparable a otras actividades que comportan un riesgo que se considera asumible.

Habría un aspecto clave, los recursos necesarios para compatibilizar comunicación y conducción. En determinadas situaciones en que la tarea de conducción es relativamente sencilla y puede desarrollarse de manera automática, si la comunicación no limita la capacidad de movimientos del conductor y el contenido

no requiere una alta demanda cognitiva el riesgo podría ser aceptable. Sin embargo, en el momento en que la situación vial requiera una respuesta rápida a una situación peligrosa, un incremento de recursos para hacer frente a una situación inesperada o que no es posible llevar de manera automática, el peligro incrementaría. En tales circunstancias los recursos disponibles serían menores. En situaciones en que la conducción puede desarrollarse de manera automatizada y la conversación requiere un incremento de demanda por su carga emocional o cognitiva, la peligrosidad en las condiciones de conducción y la probabilidad de cometer errores podría ser mayor. Ni decir cabe que en el momento en que converjan ambas situaciones descritas se estaría incrementando de manera crítica el nivel de peligrosidad y la situación podría ser realmente arriesgada. Respecto a la duración de la conversación, obviamente a mayor duración mayor exposición al riesgo sea de la magnitud que sea, y mayores probabilidades habrá de que surja una situación inesperada a la que atender, y mayores probabilidades existirán de que el nivel de implicación en el contenido de la conversación sea cada vez mayor.

La conciencia situacional, por una parte sería el reflejo de una menor o deteriorada atención a la situación vial, un síntoma relacionado con la carga mental o el esfuerzo dedicado a la conversación. Lo ideal es que ambas tareas se puedan realizar sin que se pierda la conciencia situacional ni el control del vehículo. Por lo tanto parece razonable recomendar que se trate de evitar el mantenimiento de conversaciones mientras se está tras el volante, y que en el caso de requerir el uso del teléfono móvil, la fórmula más segura sería: uso de un manos libres totalmente integrado e instalado adecuadamente para el desarrollo de conversaciones cortas y poco relevantes (que no impliquen tomar de decisiones importantes o aspectos emocionalmente intensos).

A la vista de los resultados de las diversas investigaciones que han sido revisadas a lo largo de este trabajo, parece ser que sería cuando menos recomendable evitar conversaciones de alto contenido emocional, o de alta responsabilidad, o que requieren iniciar un proceso de toma de decisiones ajenas al tráfico, y en general todas aquellas que impliquen un incremento considerable de carga mental cognitiva. La temática ‘segura’ de las conversaciones pasa por la trivialidad del contenido, y obviamente el teléfono se presenta como herramienta útil en caso de emergencias, o como fuente de calma para citas a las que se llega tarde (Chapman y Shofield, 1998). En esta línea argumental es interesante introducir un elemento, y es el uso que se le da al teléfono móvil. Si tal y como sugieren los diferentes estudios (Goodman et al., 1997, DGT, 2003, etc.) el perfil del usuario habitual está asociado a la actividad laboral, la exposición de estas personas al riesgo puede ser más elevado en tanto que una conversación en la que se toman decisiones importantes pudiera conllevar mayor carga mental y mayor distracción. Asimismo, incluso el uso puntual para la notificación de emergencias puede resultar más peligrosa si dicha emergencia produce alteraciones emocionales, como por ejemplo, las provocadas al presenciar un accidente. En cualquier caso, jamás debemos perder de vista que mientras se conduce otros elementos están participando, lo que significa que todo conductor debe sopesar las circunstancias de la vía, su estado psicofísico, la velocidad, tratando de compensar al menos, el riesgo que puede implicar la comunicación con el fin de reducir al máximo las condiciones de peligrosidad.

Por supuesto la opción más segura es siempre comunicarse con el vehículo estacionado en un lugar adecuado. Y para que esto sea posible, la formación de los conductores, el fomento de una cultura de la seguridad, y la conciencia y asimilación

de los riesgos a los que cada conductor se expone libremente continúa siendo los objetivos para evitar situaciones que pongan en peligro la vida de las personas.

Es interesante las apreciaciones de Lamble y sus colaboradores (1999) quienes apuntan la futura aparición de sistemas inteligentes que actualmente está en pleno desarrollo y que serían de gran utilidad. Estos autores defienden que mientras se desarrollan sistemas que permitan posponer automáticamente la recepción de llamadas en determinadas situaciones en que el tráfico sobrecarga al conductor, las compañías de telecomunicaciones y los fabricantes de móviles y accesorios para los vehículos deben proporcionar la habilidad de hacer saber a las personas que llaman a un conductor que está conduciendo en ese momento permitiéndoles llamar más tarde, en un momento más apropiado, y proporcionar más tiempo al conductor para responder a las llamadas sin que se distraiga por un flujo continuo de tonos de llamadas.

Por otra parte, toda información acerca de los efectos que puede tener todo el acto comunicativo, desde el establecimiento de una conversación, pasando por su desarrollo hasta su finalización debe considerarse valiosa para poder fomentar un uso adecuado a partir de argumentos válidos y fiables. Una de las lagunas de conocimiento en este sentido es consecuencia de la falta de estudios que permitan aproximarnos a la magnitud de los efectos en cuanto a duración y contenido de una conversación, y permitan por lo tanto, responder de manera sólida a las siguientes cuestiones: ¿un incremento de tiempo se traduce simplemente en un incremento cuantitativo de exposición al riesgo o bien existe algún umbral a partir del cual se produzcan cambios cualitativos en la exposición al riesgo? ¿Es posible aportar evidencias que descarten una exposición diferencial al riesgo en cuanto al contenido de las conversaciones mantenidas?

Desgraciadamente, para responder a estas preguntas se requiere primero llevar a cabo estudios que resuelvan cuestiones previas que no han sido debidamente resueltas, y entorno a las cuales aún queda mucho por decir.





## 2 OBJETIVOS E HIPÓTESIS

Este estudio está dirigido principalmente a aportar información acerca del peligro potencial del uso de un dispositivo de manos libres durante la conducción. Por este motivo se contemplan por separado, contestar una llamada y mantener una conversación. Cabe señalar, que en la actualidad, mantener una conversación cotidiana al tiempo que se conduce es una de las actividades distractoras que está suscitando gran inquietud entre los investigadores.

Desde un punto de vista teórico, se ha considerado que los recursos atencionales son limitados. La hipótesis básica de este trabajo es que el potencial distractor asociado a cualquier tarea secundaria está determinada por la carga mental o la demanda atencional asociada con la tarea, así como con la implicación del conductor en la tarea. Así, la peligrosidad del uso del móvil está supeditada a la sobrecarga que produzca una conversación en tanto que acto comunicativo, y en el nivel de demanda atencional que requiera la tarea de conducción a la que el conductor tenga que hacer frente mientras conversa. Sería esta circunstancia de sobrecarga cognitiva la causa de las interferencias, a nivel de procesos inferiores, que se verían reflejadas en una alteración de las medidas que caracterizan el desempeño de la conducción.

En síntesis, el objetivo principal de este estudio es valorar los efectos de la comunicación telefónica mediante manos libres sobre las respuestas de conducción simulada. Además, se desea valorar cuál es el momento de la comunicación en que la magnitud de tales efectos es mayor. Como objetivos adicionales, se desean confirmar los resultados observados en estudios anteriores realizados en nuestro laboratorio y comprobar la utilidad de unos criterios propuestos para seleccionar una muestra de participantes homogénea en cuanto a una adecuada habilidad adquirida con el simulador.

Concretamente, se espera que la comunicación establecida mediante manos libres produzca un efecto (con respecto a una situación sin comunicación) sobre las respuestas de conducción a situaciones viales de alta demanda atencional, como el cambio de luces de un semáforo o el trazado de una curva en la vía. Además, se espera que este efecto sea de distinta magnitud en los diferentes momentos de la comunicación establecida. Así, según la hipótesis de sobrecarga cognitiva, cabe esperar un efecto menor en el momento inicial de recepción de una llamada respecto a una situación de conversación (acordar una cita) en que la demanda atencional y cognitiva es presumiblemente mayor. Específicamente, se espera observar un enlentecimiento de la conducción, caracterizado por alteraciones en la velocidad y la aceleración, y patrones en las distancias de desaceleración, freno y detención que reflejen respuestas de conducción alteradas respecto a una situación sin uso de manos libres, ya sea por deterioro de capacidades directamente o por un comportamiento compensatorio por parte del conductor.

Nuestros estudios anteriores mostraron que recibir una llamada (escuchar un teléfono móvil sonando) y escuchar un mensaje breve (sin ninguna acción manipulativa) deterioraba la conducción. El deterioro observado se caracterizaba por un enlentecimiento de la conducción. Sin embargo, estos resultados no han sido concluyentes, puesto que, en cierto modo se han visto comprometidos por una variabilidad considerable en las medidas. Esta variabilidad podría haberse debido, en parte, al tamaño de la muestra o a la propia variabilidad individual. Podríamos

suponer una falta de pericia en el manejo del simulador empleado por parte de los conductores. Además, cabe señalar que diferentes estudios han mostrado que a pesar de que el uso de simuladores es fiable y aporta medidas válidas, la variabilidad, pero también la sensibilidad, de las medidas es muy superior a la de la conducción de un vehículo real. Este hecho plantea la necesidad de reducir esta variabilidad, y comprobar si en una situación de menor variabilidad de las medidas los resultados se mantienen y apoyan de manera más clara la existencia de deterioro. Esta reducción podría lograrse de dos modos, mediante la selección de una muestra mayor, o bien mediante la selección de una muestra formada por participantes con un mejor manejo del simulador. En este sentido, cabe mencionar que la mayoría de estudios, incluidos los realizados en nuestro laboratorio, constan de una fase de adaptación al simulador. Esta fase de entrenamiento consiste en que los participantes recorran un número prefijado de veces un circuito. Esta manera de proceder, por lo tanto, no tiene en cuenta las diferencias individuales en la adquisición de destrezas psicomotoras. En este sentido, no aseguran un grupo homogéneo respecto al nivel de habilidad en el uso del simulador. Para poder solventar este inconveniente, sería necesario poder disponer de criterios que permitieran determinar cuándo una persona conduce adecuadamente el simulador. En cualquier caso, se hace evidente la necesidad de disponer de un número considerable de conductores, tanto para lograr una muestra mayor como para poder seleccionar un número suficiente de participantes con un buen manejo del simulador.

Para controlar la variabilidad individual, este estudio pretende valorar y establecer criterios de aprendizaje útiles. Estos deben permitir la detección de personas que no logran un nivel de habilidad suficiente en el manejo del simulador. Excluir este tipo de personas de la muestra de un experimento debería reducir la variabilidad atribuible a la falta de pericia. Ante tal consideración, nuestro estudio debería al mismo tiempo, ser útil para prever con cuántas personas es necesario contactar para lograr –tras aplicar tales criterios – un tamaño de muestra final aceptable.

## 3 MÉTODO

### 3.1 Materiales

#### 3.1.1 Cuestionarios

Se prepararon dos cuestionarios creados específicamente para esta investigación. Ambos tenían carácter anónimo.

El primero de ellos “Conducción con simulador” se administró con el objetivo de recoger datos que permitieran describir el perfil de los participantes en cuanto a su experiencia como conductores. Este cuestionario es una versión modificada del cuestionario creado y administrado con el mismo fin por Riba, Doval, Solé y Viladrich (2002) en investigaciones anteriores. Los cuatro bloques de contenido en que está estructurado son los siguientes:

- *Datos censales* (identificación del participante, fecha de nacimiento, sexo y fecha de obtención del permiso de conducción).
- *Hábitos de conducción*. Este bloque recoge información acerca de la frecuencia de uso del coche, el kilometraje y el tipo de vía de circulación más usual para el conductor.
- *Incidencias*. Este bloque está dirigido a recoger información sobre accidentes de tráfico sufridos y sobre si han sido multados alguna vez.
- *Experiencia en conducción simulada*. En este bloque se pregunta por la experiencia en el manejo con aparatos que hayan requerido conducir un vehículo de manera simulada.

El segundo cuestionario “Hábitos durante la conducción” consta únicamente de un bloque de contenido: *Uso de dispositivos de telefonía móvil*. Este cuestionario está dirigido a los usuarios de teléfonos móviles y fue administrado con el objetivo de conocer el perfil de los conductores como usuarios de teléfonos móviles y dispositivos de manos libres.

#### 3.1.2 Recursos informáticos

*Simulador STISIM Drive<sup>TM</sup>* (Systems Technology Inc.)

El simulador consta de un equipamiento informático (hardware) y de un programa propio (software).

El equipamiento está formado por un ordenador personal (unidad central de procesamiento con los periféricos convencionales) para el control del programa de simulación, visualización de los resultados, etc.; y por un conjunto de elementos necesarios para desempeñar la conducción simulada (ver Figura 2). Estos elementos son: una pantalla para la visualización de los circuitos y una serie de dispositivos que imiten los elementos básicos implicados en la conducción de un automóvil convencional con cambio de marchas automático (volante, pedales de freno y acelerador, y palanca de intermitentes).



**Figura 2: Imagen de los elementos del simulador que permiten su conducción**

El programa que forma parte del equipamiento informático propio del simulador permite controlar lo que el conductor verá en la pantalla y el momento en que lo verá. La característica principal de este programa es que permite diseñar y programar diferentes escenarios viales, así como registrar múltiples variables relativas al comportamiento del conductor, todo ello a partir de comandos programados en archivos en formato de texto. El programa también permite configurar las características físicas y dinámicas del vehículo virtual que se va a conducir en un escenario determinado. En la Tabla 1 se muestran los valores fijados en esta investigación para cada una de las características del vehículo simulado.

**Tabla 1: Características del vehículo simulado.**

<b>Características del vehículo</b>	<b>Valores establecidos</b>
Longitud del vehículo	4.5 m
Anchura	1.3 m
Velocidad máxima	140 Km/h
Aceleración máxima	9.8 m/s <sup>2</sup>
Deceleración máxima	19.6 m/s <sup>2</sup>
Sensibilidad del volante	0.0003 rad/s



Figura 3: Ejemplo de la imagen en pantalla del escenario experimental.

La Figura 3 corresponde a una fotografía tomada de la pantalla del simulador en la que se muestra, a modo de ejemplo, una imagen de uno de los escenarios experimentales tal cual lo visualizaron los participantes.

Este programa junto con todo el equipamiento que forma parte del simulador STISIM Drive fue creado para llevar a cabo tareas relacionadas con el desempeño psicomotor, tareas de atención dividida y de carácter cognitivo implicadas en la conducción de vehículos. En este sentido, está considerado como un programa útil en investigación (p.ej. Allen et al., 2004; Mann, Stermán y Kaiser, 1996).

### *PC Auxiliares*

Además del equipamiento del simulador, se emplearon dos ordenadores personales convencionales. Uno de ellos (*PC auxiliar 1*) estaba situado en el mismo laboratorio en que se llevó a cabo el experimento junto al ordenador de control del simulador. El *PC auxiliar 1* se empleó en el seguimiento de la adquisición de destreza con el simulador y también para emular la conversación con manos libres (conductor → experimentador). Este PC estaba equipado con un juego de dos altavoces y con un micrófono de clip Philips M370. El otro ordenador (*PC auxiliar 2*), instalado en un despacho contiguo al laboratorio, se empleó para emular una conversación con manos libres (experimentador → conductor). El *PC auxiliar 2* estaba equipado con unos auriculares convencionales y un micrófono. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se muestra cuál fue la disposición de los elementos del simulador y del PC auxiliar 1 en el laboratorio en el que se realizó el experimento.

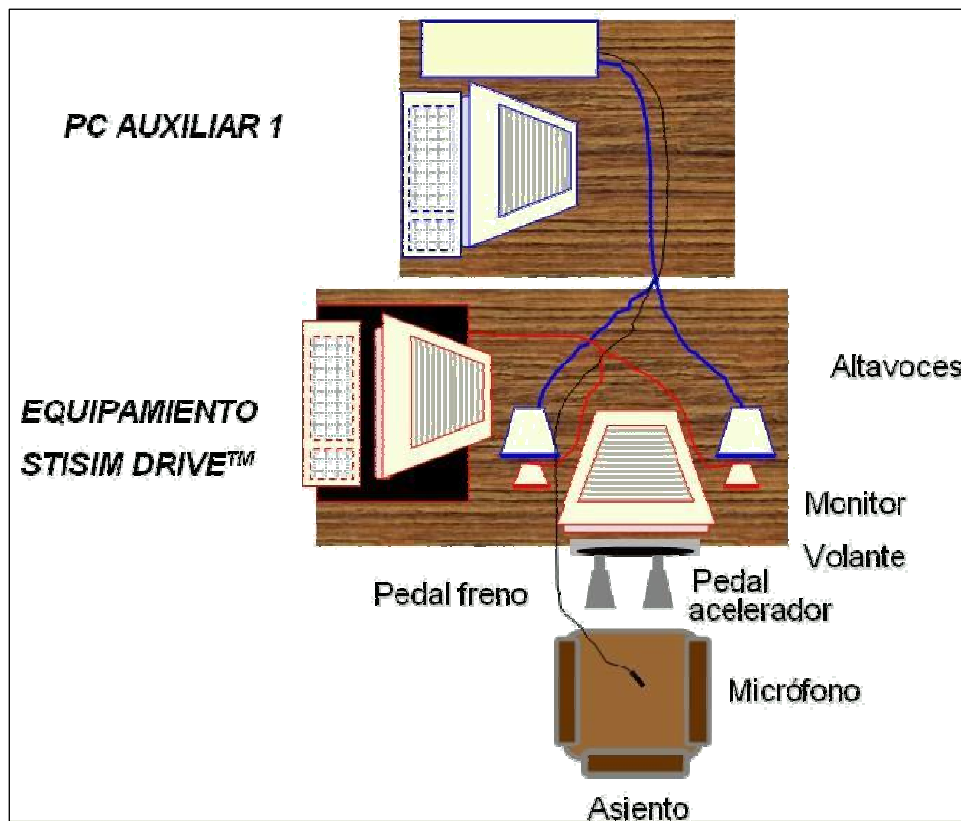


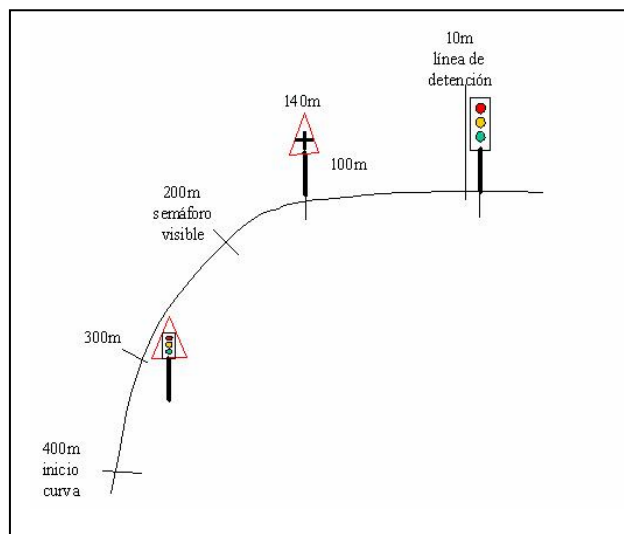
Figura 4: Disposición de la situación experimental en el laboratorio

### 3.1.3 Diseño de Circuitos Viales

En este apartado se describen las características de los circuitos recorridos por los participantes y de los elementos que los configuran, entre los que se encuentran, además de los de elementos viales, la llamada telefónica y la conversación.

Para este estudio se diseñaron dos circuitos, uno experimental y uno de aprendizaje. Ambos recreaban una carretera interurbana de doble sentido de circulación. En la programación de los circuitos la aparición de los elementos se definió en metros recorridos desde el inicio, en consecuencia dicha aparición no se alteró aunque los conductores tenían libertad para tomar la dirección que deseen en los cruces. Los dos circuitos empleados son una versión modificada, optimizada y ampliada de los circuitos programados por Riba et al. (2002). El circuito de aprendizaje estuvo dirigido únicamente a la adquisición de destreza en el manejo del simulador y a la familiarización con el entorno vial simulado. Por este motivo, y por ser de menor complejidad que el experimental, no se ha considerado pertinente describirlo con detalle. A continuación se describen las características del circuito experimental.

El circuito experimental consta de diferentes escenarios creados a partir de diferentes elementos viales tales como: cruces, curvas, semáforos, rectas, señales de tráfico, etc. Aunque los elementos principales fueron las curvas y los semáforos.



**Figura 5: Esquema del escenario Semáforo Crítico.**

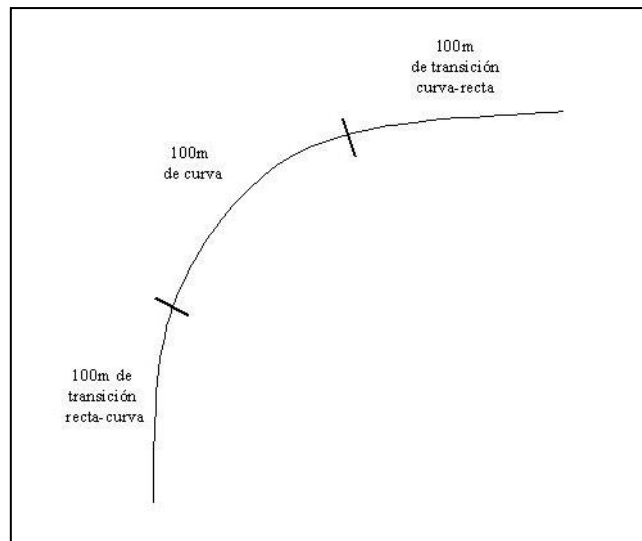
\* La disposición de los elementos está expresada en metros de distancia respecto al semáforo.

Los escenarios objeto de estudio en esta investigación se definieron a modo de subrutinas, es decir, se definieron en un archivo independiente al que se llama desde la programación de un circuito. Esto permite que a lo largo de un mismo circuito aparezcan un conjunto de curvas y de semáforos exactamente iguales. Además, estos archivos independientes tienen la peculiaridad de contener parámetros cuyo valor se define en el momento en que se llama al archivo, de modo que a partir del mismo archivo se pueden ejecutar por ejemplo, curvas que sólo difieran en el ángulo que define su curvatura, o semáforos que sólo difieran en la posición de la luz.

El registro de las variables se efectuó únicamente en ocho escenarios de interés que hemos denominado “críticos”. Los escenarios críticos corresponden a cuatro escenarios con curva y a cuatro escenarios con semáforo. La aparición a lo largo del circuito de los ocho escenarios críticos, se dispuso de la siguiente manera: primero tres con semáforo, a continuación tres con curva y por último uno con semáforo y otro con curva.

El escenario “semáforo crítico” se configuró tal y como se muestra en la Figura 5. En ésta, la disposición de los elementos se ha indicado en metros de distancia en relación al semáforo. El semáforo se programó de modo que el momento de inicio y duración de la secuencia de cambio de luz se desarrollara de la misma manera para todos los participantes. Para lograr este efecto, en lugar de programar el inicio de cambio de luces en metros de distancia hasta el semáforo esto se hizo en tiempo hasta éste. Es decir, una vez que el semáforo se hace visible (200m. antes de su situación) el cambio de luz verde a roja se programó para iniciarse cuándo el conductor se encuentre a tres segundos de alcanzar el semáforo (bajo el supuesto de que el coche mantenga la velocidad constante).





**Figura 6: Esquema del escenario "Curva crítica".**

\* Se dispuso una señal de aviso de curva antes de su aparición.

El esquema del diseño del escenario “curva crítica” puede observarse en la Figura 7.

En cuanto al registro de variables, en los semáforos los registros se efectuaron con una precisión de distancia recorrida de aproximadamente 2,5m. a lo largo de cuatro tramos que correspondían a cuatro momentos clave y que abarcan desde los 150m. previos al semáforo hasta los 30m. posteriores. Igualmente, en las curvas, los registros se realizaron con una precisión de distancia recorrida de aproximadamente de 5m. también a lo largo de cuatro tramos. Éstos, en las curvas, abarcan la curva y además las dos transiciones, comprendiendo un total de 300m.

Los cuatro momentos: *A*, *B*, *C*, *D*, en que se efectuaron los registros se iniciaban y finalizaban en los mismos puntos en todos los escenarios con semáforo, y también en todos los escenarios con curva. La Figura 9 y la Figura 8 muestran la delimitación de estos momentos. Como puede observarse en ellas, el interés de la delimitación de los bloques está ligada al diseño de los escenarios y también a la reproducción de archivos de sonido en el caso en que se trate de situación con llamada. La reproducción de los archivos de sonido que permitieron emular llamadas telefónicas se programó para que se reprodujeran en puntos concretos de los escenarios críticos haciéndolos coincidir con puntos clave de éstos. En otras palabras, la reproducción de los archivos de sonido así como la delimitación de los bloques se programaron en aquellos momentos en que el escenario exigiría una respuesta por parte del conductor como por ejemplo comenzar a desacelerar al observar un cambio de luces en un semáforo, o una reducción de la velocidad al tomar una curva e iniciar su desarrollo, etc.

En el desarrollo del circuito experimental, se programaron dos escenarios críticos con situación de llamada. La primera vez se produce una situación de llamada únicamente se escucha un mensaje de voz. La segunda vez, también se reproduce una grabación de voz pero que da paso a una conversación. Las grabaciones están realizadas de modo que parezca una comunicación “en directo”.

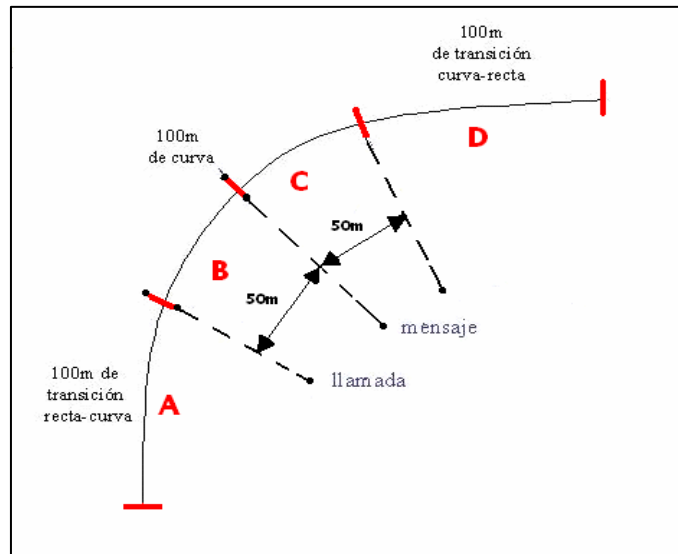


Figura 7: Esquema del escenario "Curva crítica con llamada".

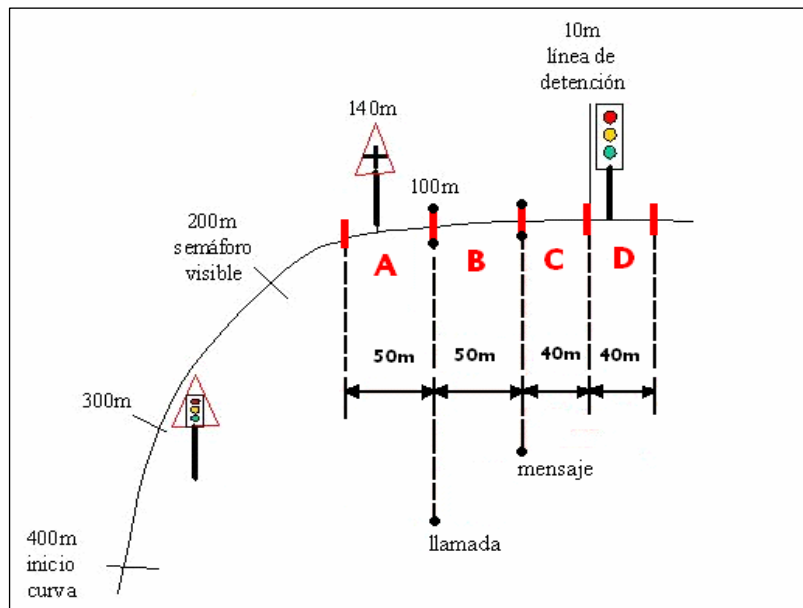


Figura 8: Esquema del escenario "Semáforo crítico con llamada".

Respecto al contenido de la conversación, en todos los casos, giraba en torno al establecimiento de una cita. El pretexto principal que centró la conversación fue hacerles creer que por diversos motivos no se disponía de tiempo para administrarle un cuestionario final y se le preguntaba por la disponibilidad para contestar a dicho cuestionario en otro momento.

En resumen, cada participante se encontró tres semáforos en rojo, en el último de los cuales se produjo una llamada tras la que escuchó un mensaje de voz. A continuación tomó tres curvas hacia la derecha, en la última de éstas recibía de nuevo una llamada e iniciaba una conversación. Durante el mantenimiento de dicha conversación se encontró de nuevo un semáforo en rojo y después una curva hacia la derecha.

Además, como elementos adicionales para evitar conductas de anticipación, se presentó un semáforo en verde antes del primero de los semáforos críticos y también tras el segundo. De igual modo, antes de la primera curva crítica, al igual que tras la tercera, se presentó una curva hacia la izquierda.

Para controlar el efecto del orden, se programó una segunda versión del circuito experimental en el que se cambió el orden de presentación de curvas y semáforos.

#### *MSN Messenger versión 6.1 para Windows (Microsoft Corporation, 2003)*

Se trata de un programa de mensajería instantánea que permite, entre otras funciones, establecer videoconferencias mediante conexión a Internet entre usuarios registrados. Se utilizó la función de conversación por voz que ofrece para emular una llamada telefónica mediante manos libres.

#### *SPSS versión 11.5 para Windows (SPSS Inc., 2002)*

Se utilizó este paquete estadístico para el análisis visual de la posición y la velocidad en la valoración del desempeño de la conducción en el circuito de aprendizaje; para el tratamiento y análisis descriptivo de los datos correspondientes a las características de la muestra, y para el tratamiento y análisis inferencial de los datos correspondientes al circuito experimental.

## **3.2 Procedimiento**

El procedimiento consta de dos fases diferenciadas. La primera consistió en recorrer el circuito de aprendizaje anteriormente descrito, con el objetivo de adquirir destreza en el manejo del simulador. La segunda fase consistió en recorrer el circuito experimental. Para controlar el efecto de la fatiga y de la falta de motivación se establecieron dos sesiones para realizar el experimento, las sesiones podían llevarse a cabo el mismo día dejando como mínimo 20 minutos entre ellas o en dos días diferentes (pasando como máximo 4 días entre la primera y la segunda sesión).

El experimento se desarrolló en un laboratorio en el que estaba instalado todo el equipo. La conversación por parte de la experimentadora se efectuó desde un despacho cercano al laboratorio en el que estaba instalado el PC auxiliar 2 equipado para la comunicación por voz.

### **3.2.1 Selección de los participantes**

Los criterios de selección establecidos para invitar a una persona a participar en el estudio y aceptarla como participante voluntario fueron: a) que ésta estuviera en posesión del permiso de conducción con una antigüedad de al menos dos años y b) que tuviera experiencia en conducción (se rechazaron aquellas personas que a pesar de cumplir el primer criterio no conducían de forma habitual al menos un par de veces a la semana).

A todos ellos se les informó de que la investigación se enmarcaba en el contexto de la seguridad vial y de que la tarea a desempeñar era conducir un simulador de conducción. También fueron informados de que el experimento se desarrollaría en dos fases (pudiendo realizarse en un mismo día o en dos días diferentes), la primera con una duración máxima aproximada de 30' y la segunda de 45'.

Cuando los voluntarios fueron recibidos en el laboratorio, antes de iniciar la sesión, se les recordó la información anterior agradeciéndoles su participación en el estudio.

### **3.2.2 Fase de aprendizaje**

Esta fase se inició con la administración del cuestionario sobre conducción ("Conducción con simulador").

Una vez cumplimentado el cuestionario, se acomodó al participante en el simulador, y se le explicó el funcionamiento de éste. Se le advirtió de la sensibilidad del volante, y de que el cambio de marchas era automático. Se le explicó también, que el circuito que se disponían a recorrer recreaba una vía de doble sentido de circulación, en el que aparecían algunas señales de tráfico que debía respetar, como por ejemplo, semáforos o señales de prohibido el paso. Se les indicó que, si lo deseaban, podían cambiar de dirección en aquellos cruces en los que estuviera permitido.

En esta fase se realizó un seguimiento del aprendizaje del participante en el manejo del simulador. Cada vez que se finalizaba el circuito se valoraron 4 aspectos, a saber: el tiempo empleado para recorrer el circuito, el número de accidentes, el

mantenimiento de la posición dentro del carril derecho, y la velocidad. Esta valoración se realizó a partir de un resumen final de rendimiento que proporciona el simulador y mediante el análisis visual de gráficas creadas a partir del registro continuo efectuado a lo largo del circuito. La valoración final del aprendizaje como adecuado o no se realizó tras recorrer cuatro veces el circuito de aprendizaje. Únicamente en aquellas personas que realizaron todo el experimento el mismo día, se realizó esta valoración del aprendizaje tras la tercera vez que el participante recorrió el circuito. En aquellos casos en que se considerase adecuado, se concluyó esta fase sin llegar a realizarse un cuarto recorrido.

Con el fin de poder valorar la utilidad de los criterios empleados todos los participantes pasaron a la fase experimental independientemente de si los cumplieron o no.

### **3.2.3 Fase experimental**

Durante esta fase cada persona recorrió la versión del circuito experimental al que había sido asignado al inicio del experimento. Antes de comenzar a recorrerlo se le informó de que el circuito que se le presentaba en esa ocasión también recreaba una carretera de doble sentido de circulación con características similares a los anteriores, pero que a diferencia de aquellos, éste contenía más elementos como vehículos, edificios, señales de tráfico, etc. A continuación, se le mostró el micrófono y se le informó de que pertenecía a un dispositivo de manos libres completamente integrado con el sistema de audio. Y por lo tanto, en el caso de recibir llamadas, para contestarlas no debía hacer nada, ya que el dispositivo descolgaba el teléfono estableciendo la comunicación por sí mismo, y finalizándola cuando la otra persona colgaba. Se le dijo también, que la razón por la que el móvil al que estaba conectado el dispositivo no estaba a la vista era que éste se había colocado en un lugar alejado para evitar las interferencias con los equipos y los monitores. Después, con su consentimiento, se le colocó adecuadamente el micrófono.

Durante el recorrido del circuito experimental, los PC auxiliares 1 y 2 mantenían abierta una sesión en MSN Messenger, de manera que podían comunicarse. Una vez el participante hubo iniciado el recorrido del circuito experimental, se procedió a activar las opciones de conversación por voz del programa MSN Messenger de tal manera que el micrófono conectado al PC auxiliar 2 se mantenía cerrado, y el micrófono del conductor se mantenía abierto. Inmediatamente después, la experimentadora abandonaba el laboratorio para situarse en el despacho contiguo en el que estaba instalado el PC auxiliar 2, se colocaba los auriculares y el micrófono. Por lo tanto, ésta podía escuchar todo lo que ocurría en el laboratorio a través de los auriculares, ya que el micrófono del participante se mantenía abierto. De este modo, se mantenía a la espera de escuchar el sonido de la segunda llamada recibida en el transcurso del circuito y la respuesta del participante al mensaje grabado, cuya reproducción estaba programada en el diseño del circuito. Inmediatamente, la experimentadora abría su micrófono e iniciaba la conversación con el participante. Esta conversación se mantuvo durante un intervalo de 2 a 3 minutos que se contabilizó mediante un cronómetro convencional. Antes de dar por finalizada la conversación y cortar la comunicación, se advirtió al conductor sobre la aparición de una serie de conos que impedirían su paso, por lo que debía pararse ante ellos. Dichos conos indicaban el fin del circuito. Tras cortar la comunicación la experimentadora regresaba al laboratorio.

Una vez finalizado el recorrido del circuito, se retiraba el micrófono al participante, y se le informaba de que el establecimiento de la cita para completar el cuestionario había sido un pretexto para mantener una conversación. A continuación se le administró el cuestionario de “Hábitos durante la conducción”. Una vez completado el cuestionario, se les explicó el objetivo de la investigación y se les pidió que no lo comentaran con nadie en el transcurso de las semanas siguientes. Por último, se les agradeció de nuevo su participación.



### 3.3 Diseño

Las variables manipuladas en este estudio fueron las siguientes:

Comunicación establecida, con tres niveles: *Ninguna*, *recepción de una llamada*, y *conversación*. En la condición *ninguna* no se estableció ningún tipo de comunicación. La condición *recepción de una llamada* consistió en la escucha de un teléfono sonando seguido de un breve mensaje de voz. La última condición consistió en mantener una *conversación* con la experimentadora. Los registros de las variables dependientes en la condición *ninguna* se realizaron en dos ocasiones con el objetivo de poder establecer una línea base de comparación.

Tipo de escenario crítico con dos niveles: *semáforo* y *curva*. El diseño de ambos escenarios se describe detalladamente en el apartado de ‘diseño de circuitos viales’. Del cruce de las variables independientes anteriormente descritas surgirían las siguientes condiciones experimentales esquematizadas en la Tabla 2:

	NINGUNA		LLAMADA	CONVERSACIÓN
	Línea Base 1	Línea Base 2		
SEMÁFORO				
CURVA				

Tabla 2: Esquema de las condiciones experimentales posibles

El diseño fue intrasujeto. Para controlar el efecto del orden de presentación se contrabalanceó, de manera incompleta, el orden de presentación del tipo de escenario crítico respecto a las condiciones de llamada y conversación; de modo que se establecieron únicamente dos órdenes diferentes de presentación del conjunto las diferentes condiciones experimentales. Por lo tanto, atendiendo a estos dos órdenes se diseñaron las dos versiones del circuito experimental. Los esquemas del diseño intrasujeto correspondientes a cada una de estas dos versiones son los siguientes (ver Tabla 3):

Tabla 3: Esquemas del diseño para cada versión del circuito experimental

Orden 1 (SCSC)							
NINGUNA		LLAMADA		NINGUNA		CONVERSACIÓN	
Semáforo	Semáforo	SEMÁFORO	Curva	Curva	CURVA	SEMÁFORO	CURVA
Orden 2 (CSCS)							
NINGUNA		LLAMADA		NINGUNA		CONVERSACIÓN	
Curva	Curva	CURVA	Semáforo	Semáforo	SEMÁFORO	CURVA	SEMÁFORO

Nota: la línea discontinua indica la llamada da inicio a la conversación, la línea de puntos indica continuidad (misma conversación)

Respecto a la asignación a cada versión del circuito experimental, los participantes fueron asignados al azar a uno de los dos órdenes antes de iniciar el experimento. Para asegurar que hombres y mujeres quedarían repartidos por igual entre los grupos experimentales, dicha asignación se realizó de manera que la mitad



de los hombres fuera asignada al Orden 1 y la otra mitad al Orden 2, procediendo del mismo modo en el caso de las mujeres.

El software del simulador permite programar las variables que desean registrarse de entre un conjunto posible. De entre las posibilidades que ofrecía el programa se escogieron un total de 8 variables consideradas útiles, relevantes y sensibles en la detección de cambios conductuales durante la conducción. En la Tabla 4 se presentan las variables que por fueron registradas en nuestro estudio durante el recorrido del circuito experimental y las unidades de medidas que se emplearon para ello.

**Tabla 4: Variables registradas durante el recorrido del circuito experimental.**

<b>VARIABLES</b>	<b>UNIDADES de medida</b>
Tiempo transcurrido desde el inicio del recorrido	Segundos (seg)
Distancia recorrida	Metros (m)
Aceleración longitudinal debida al acelerador	Metros / segundo <sup>2</sup> (m/seg <sup>2</sup> )
Aceleración longitudinal debida al freno	
Aceleración longitudinal	
Velocidad longitudinal	Metros / segundo (m/seg)
Ángulo de giro del volante	Radianes (rad)
Número de accidentes	Recuento total de colisiones entre vehículos, colisiones fuera de la carretera y atropellos.

Para cada sujeto en cada uno de los 4 semáforos críticos y en cada una de las 4 curvas críticas se obtuvieron un conjunto de registros correspondientes a un momento y un punto concretos del recorrido.

De cada escenario semáforo crítico se obtuvieron aproximadamente 72 registros por conductor. Éstos son resultado de haber programado un registro de las variables aprox. cada 2,5 m a lo largo de 180 m que comprende este tipo escenario. Estos 72 registros en correspondencia con los tramos definidos: A, B, C y D; quedan distribuidos respectivamente de la siguiente manera: 20, 20, 16 y 16.

De cada escenario crítico curva se obtuvieron aprox. 60 registros por conductor. Éstos son resultado de haber programado un registro de las variables aprox. Cada 5 m a lo largo de los 300 m que configuran este tipo de escenario. Estos 60 registros en correspondencia con los tramos definidos: A, B, C y D; quedan distribuidos respectivamente de la siguiente manera: 20, 10, 10 y 20.

A partir de estos registros se calcularon las variables que fueron incluidas en los análisis.

Las variables dependientes empleadas en este estudio fueron de dos tipos: dicotómicas y continuas que se calcularon a partir de los registros de las variables.

Las variables dicotómicas fueron: salto del semáforo (no respetar la línea de detención del mismo) y salida de la curva (traspasar el trazado de la curva en la calzada).

Las variables calculadas representan un resumen de los registros correspondientes a cada uno de los tramos. La denominación de las variables y cómo fueron calculadas se presentan en la Tabla 5. Cabe señalar que algunas variables se calcularon exclusivamente en un tipo de escenario. La variable “ángulo de giro” sólo se calculó para el escenario curva y las variables que representan una distancia respecto a línea de detención, obviamente, sólo se calcularon en el escenario semáforo.

Los tipos de cálculos de las variables fueron tres: promedios, diferencias de promedios y diferencias a partir de un registro significativo. Por ejemplo, la variable “aceleración” en el tramo A representa el promedio del valor de la aceleración de cada uno de los registros correspondientes a ese tramo. La variable “cambio en aceleración” entre los tramos AB representa la diferencia entre el promedio de aceleración de dichos tramos. La variable “distancia de frenado” representa la distancia respecto a la línea de detención del semáforo a la que el conductor comenzó a desacelerar.

En síntesis, se trata de un diseño experimental factorial 2 x 3 intrasujeto multivariante con contrabalanceo incompleto y asignación aleatoria por bloques respecto el sexo.

Tabla 5: Cálculo de las variables analizadas.

VARIABLE	CÁLCULO*
Aceleración	$\bar{X}$ m/seg <sup>2</sup> en $t_i$
Velocidad	$\bar{X}$ m/seg en $t_i$
Ángulo de giro	$\bar{X}$ rad en $t_i$
Cambio en aceleración	$\bar{X}$ (m/seg <sup>2</sup> $t_{i+1}$ ) – $\bar{X}$ (m/seg <sup>2</sup> $t_i$ )
Cambio en velocidad	$\bar{X}$ (m/seg $t_{i+1}$ ) – $\bar{X}$ (m/seg $t_i$ )
Cambio en ángulo de giro	$\bar{X}$ (rad $t_{i+1}$ ) – $\bar{X}$ (rad $t_i$ )
Distancia de desaceleración	(m hasta línea de detención) – (m hasta inicio de desaceleración)
Distancia de frenado	(m hasta línea de detención) – (m hasta inicio de frenado)
Distancia de detención	(m hasta línea de detención) – (m hasta que el vehículo se detiene)

\*Nota: “ $t_i$ ”, “ $t_{i+1}$ ” y “m” indican, respectivamente: tramo, tramo siguiente a  $t_i$  y metros recorridos desde el inicio.



### **3.4 Análisis de los datos**

Los análisis de los datos se realizaron por separado para el escenario semáforo y para el escenario curva. Para valorar el efecto de la comunicación también se realizaron análisis por separado para la recepción de una llamada y para la conversación. Las variables analizadas en cada caso fueron diferentes. La Tabla 6 esquematiza las variables dependientes analizadas según el tipo de escenario y de comunicación establecida.

Se llevaron a cabo tres grupos de análisis con tres objetivos distintos: establecer las medidas de línea base (LB), estudiar los efectos de la comunicación y valorar los criterios de aprendizaje.

Para el establecimiento de la LB de cada una de las variables dependientes se emplearon pruebas de comparación de medias en muestras relacionadas mediante el estadístico t de Student Fisher. Este estadístico permitió valorar la comparabilidad, tanto en el caso de las curvas como en el de los semáforos, del comportamiento en los dos escenarios críticos sin comunicación establecida. En el caso de los semáforos se realizaron análisis para las variables velocidad en A, B, C, y D; y para las variables aceleración en A, B, C y D. En el caso de las curvas se realizaron 3 análisis: los mismos que en semáforos y otro más para la variable ángulo de giro en A, B, C y D.

En el estudio de los efectos de la llamada y de la conversación (respecto a una situación sin comunicación) sobre las variables dicotómicas (salto del semáforo, salida de la curva) se empleó la prueba McNemar para dos proporciones en muestras relacionadas. En el caso de las variables continuas (ver Tabla 6) se emplearon pruebas de comparación de medias en muestras relacionadas mediante el estadístico t de Student Fisher.

Con el objetivo de valorar los criterios de aprendizaje, se comparó el comportamiento en situaciones sin comunicación de las personas que superaron los criterios con el de las que no lo superaron. Para ello se empleó la prueba McNemar para dos proporciones en muestras relacionadas en el caso de las variables dicotómicas (salto del semáforo, salida de la curva). En el caso de las variables continuas se realizaron análisis de la variancia multivariante mediante el estadístico Lambda de Wilks.

**Tabla 6: Variables analizadas en cada escenario según el tipo de comunicación establecida**

	LLAMADA	CONVERSACIÓN
<b>SEMÁFORO</b>	Cambio en velocidad AB Cambio en aceleración AB	Aceleración A, B, C Velocidad A, B, C
	Distancia de desaceleración Distancia de frenado Distancia de detención Aceleración D Velocidad D Salto de semáforo	
<b>CURVA</b>	Cambio en aceleración* Cambio en velocidad* Cambio en aceleración*	Aceleración** Velocidad** Ángulo de giro**
	Salida de curva	

\*Nota: Calculada en los pares de tramos AB, BC y CD.

\*\*Nota: Calculada en los 4 tramos: A, B, C y D.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Muestra

Los participantes de este estudio forman parte de un total de 52 voluntarios que inicialmente fueron aceptados. Se perdieron los datos correspondientes a 4 personas por motivos diversos (fallos técnicos y falta de motivación). Por lo tanto, la muestra total de participantes en el estudio fue de 48 personas. Sin embargo, en su totalidad únicamente sirvió para cubrir uno de los objetivos adicionales de este estudio: valorar una serie de criterios dirigidos a la selección de personas con un manejo adecuado del simulador de conducción. Como resultado de la aplicación de tales criterios se seleccionó la muestra cuyos resultados fueron analizados.

El número de participantes que no cumplieron los criterios fue de 20 personas. En consecuencia sólo formaron parte de los análisis los resultados de 28 personas. De éstas, 18 (64%) recorrieron la versión en que se presentaron los semáforos en primer lugar (Orden 1 SCSC) y el resto recorrió la segunda versión con el orden de presentación inverso (Orden 2 CSCS).

A continuación, teniendo en cuenta las pérdidas y las exclusiones de casos, y la superación de criterios, se describen las características de la muestra, desde el punto de vista demográfico y en cuanto a su perfil como conductores. Seguidamente se presentan los datos referidos al uso de la telefonía móvil durante la conducción.

#### 4.1.1 Perfil como conductores

De los participantes que superaron los criterios, 19 (68%) eran hombres y 9 mujeres. La mediana de edad de éstos fue de 23 años (IQR = 2'46 años) en un rango de 21 a 34 años, y la mediana de años de antigüedad del permiso de conducción fue de 4 años (IQR = 1'65 años) en un rango de 2 a 16 años. Todos, habitualmente, disponían de un vehículo y el 71'4% (n = 20) de estos conducía a diario. Un 71'4% de los participantes llevaban recorridos hasta el momento entre 10.000 y 100.000 kilómetros, siendo 300 Km. la mediana (IQR = 243) de kilómetros recorridos semanalmente en un rango de 40 a 1000 Km. El 79% no había conducido antes un simulador, aunque prácticamente todos habían simulado conducir al menos alguna vez con máquinas recreativas o videojuegos (82%).

De los participantes que no superaron los criterios, 14 (70%) eran mujeres y 6 hombres. La mediana de edad de éstos fue de 24 años (IQR = 5'22 años) en un rango de 21 a 44 años, y la mediana de años de antigüedad del permiso de conducción fue de 4 años (IQR = 2'86 años) en un rango de 2 a 25 años. El 85% (n=17) disponían habitualmente de un vehículo y el 65% (n = 13) de estos conducía a diario. Un 84'2% de los participantes llevaban recorridos hasta el momento entre 10.000 y 100.000 kilómetros, siendo 275 Km. la mediana (IQR = 269) de kilómetros recorridos semanalmente en un rango de 50 a 750 Km. El 85% de los participantes no había conducido antes un simulador, aunque más de la mitad habían simulado conducir al menos alguna vez con máquinas recreativas o videojuegos (60%).

#### 4.1.2 Uso del móvil durante la conducción

De los 28 participantes que superaron los criterios únicamente uno no poseía móvil. De los que sí disponían de uno, la mayoría (n=19) lo emplea para asuntos personales. Tan sólo 6 poseían un dispositivo de manos libres aunque en todos los casos dichos dispositivos consistían en un sistema de auricular y micrófono. De aquellos que no poseían ninguna clase de dispositivo, tan sólo 2 manifestaron la intención de adquirir uno en los 6 meses siguientes. Respecto al uso del móvil, el 74% declaró dejarlo encendido cuando subía al coche y el resto lo hace casi siempre o a menudo, (consistentemente, el 67% afirmó que nunca lo desconecta y el resto que pocas veces lo hace). En cuanto a silenciar el móvil cuando se lleva encendido, tan sólo 6 participantes afirmaron hacerlo de manera habitual (casi siempre o a menudo). Valorando los tres meses anteriores al experimento, el 44% (n = 12) manifestó no haber realizado ninguna llamada y sólo 1 participante declaró no haber recibido nunca una. Cabe señalar, sin embargo, que tan sólo 5 personas manifestaron haber recibido llamadas bastantes o muchas veces. En general, se reciben y realizan llamadas por lo menos, algunas veces. La mediana de la duración de la conversación más larga mantenida por los conductores del estudio fue de 1min y 30seg. (IQR= 4min.y 32 seg.).

En cuanto a los participantes que no superaron los criterios, todos poseían móvil (n=20). De éstos, la mayoría (n=13) lo emplea únicamente para asuntos personales y el resto tanto para asuntos personales como laborales. Tan sólo 2 poseían un dispositivo de manos libres aunque en todos los casos dichos dispositivos consistían en un sistema de auricular y micrófono. De aquellos que no poseían ninguna clase de dispositivo, tan sólo 2 manifestaron la intención de adquirir uno en los 6 meses siguientes. Respecto al uso del móvil, el 90% declaró dejarlo encendido cuando subía al coche (consistentemente, el 65% afirmó que nunca lo desconecta y el resto que pocas veces lo hace). En cuanto a silenciar el móvil cuando se lleva encendido, tan sólo 4 participantes afirmaron hacerlo de manera habitual (casi siempre o a menudo). Valorando los tres meses anteriores al experimento, el 45% (n = 9) manifestó no haber realizado ninguna llamada y sólo 2 de estos participantes declararon no haber recibido una nunca. Es destacable, que tan sólo 2 personas manifestaran haber recibido llamadas bastantes o muchas veces. En general también en este grupo, se reciben y realizan llamadas por lo menos, algunas veces. La mediana de la duración de la conversación más larga mantenida por los conductores del estudio fue de 1 min. (IQR= 1min.y 58seg.).

## **4.2 Establecimiento de las medidas de línea base.**

Para cada participante se estableció una única línea base de comparación de las variables dependientes para el escenario crítico semáforo y para el escenario crítico curva.

En general, se disponía de dos medidas repetidas por escenario correspondientes a dos situaciones sin comunicación. A partir de estas se pretendió establecer una medida para cada una de las variables que fuera representativa de una situación en la que el conductor tan sólo estuviera conduciendo.

En el caso de las conductas de no respetar un semáforo y salirse de una curva, se tomaron las medidas de la segunda curva y del segundo semáforo como línea base.

Respecto al resto de variables, se valoró la comparabilidad de las dos medidas de línea base en las variables principales a partir de pruebas t de comparación de medias para muestras relacionadas. Las variables valoradas para el escenario semáforo fueron: aceleración (en A, B, C y D), velocidad (en A, B, C y D) y las distancias de desaceleración, frenado y detención. En el caso del escenario curva las variables que se valoraron fueron: aceleración, velocidad y ángulo de giro para cada uno de los tramos.

Las Tabla 7 y la Tabla 8 muestran los resultados de los análisis realizados. Dado que prácticamente no se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre las dos primeras medidas repetidas en general, para las variables continuas se decidió calcular el promedio de la LB1 y LB2 como la línea base (LB). No obstante, en aquellos casos en que en alguna variable sólo se disponía de una de estas dos medidas, se estableció ésta como la medida de línea base para dicho caso en dicha variable. La ausencia de medidas de línea base en alguna variable fue debida a que el conductor se salió de la curva o que se saltó el semáforo. En aquellos análisis en los que el conductor se saltó los dos semáforos o las dos curvas de línea base dicho caso quedó excluido de los análisis de resultados referentes al tipo de escenario en cuestión. Por este motivo, se incluyeron los datos de 27 personas en los análisis realizados con los datos recogidos en los semáforos y los de 24 en las curvas. En conjunto se analizaron los datos de los 28 participantes ya que la única persona que se saltó los dos semáforos de línea base no se salió de ninguna curva de línea base.

En adelante, cuando se haga referencia a situaciones sin ninguna comunicación establecida, se debe entender que se está haciendo referencia a la medida de línea base (LB).



Tabla 7: Comparación de medias de las variables valoradas en cada uno de los tramos que forman el escenario SEMÁFORO, en las dos situaciones sin comunicación.

Semáforo	VARIABLES	TRAMOS	$\bar{X}$ LB1 (desv.est.)	$\bar{X}$ LB2 (desv.est.)	Diferencia (error estándar)	t	gl	Significación	IC 95% diferencia	
	ACELERACIÓN	A	-0.23 (0.86)	- 0.10 (0.84)	- 0.13 (0.23)	- 0.56	26	0.578		
		B	- 0.85 (1.09)	- 0.64 (1.15)	- 0.21 (0.29)	- 0.71	26	0.482		
		C	- 1.99 (1.45)	- 1.90 (2.39)	- 0.87 (0.41)	- 0.21	26	0.833		
		D	1.67 (0.95)	1.55 (1.16)	0.12 (0.22)	0.53	26	0.598		
	VELOCIDAD	A	17.83 (5.16)	18.78 (4.13)	- 0.95 (0.94)	- 1.00	26	0.324		
		B	16.27 (4.81)	17.69 (4.36)	- 1.42 (0.73)	- 1.95	26	0.061		
		C	9.66 (2.30)	12.05 (3.35)	- 2.40 (0.54)	- 4.45	26	< 0.0001	- 3.50	- 1.29
		D	10.85 (3.71)	12.79 (4.98)	-1.94 (0.81)	-2.39	26	0.024	- 3.60	- 0.27
	distancia desaceleración		35.13 (6.85)	36.55 (4.64)	- 1.42 (1.37)	- 1.03	23	0.310		
	distancia freno		21.10 (9.01)	22.29 (8.83)	- 1.18 (2.10)	- 0.56	19	0.581		
	distancia detención		13.43 (4.97)	13.51 (4.58)	- 0.08 (1.31)	- 0.06	18	0.949		

Tabla 8: Comparación de medias de las variables valoradas en cada uno de los tramos que forman el escenario CURVA, en las dos situaciones sin comunicación.

CURVA	VARIABLES	TRAMOS	$\bar{X}$ LB1 (desv.est.)	$\bar{X}$ LB2 (desv.est.)	Diferencia (error estándar)	t	gl	Significación	IC 95% diferencia	
	ACELERACIÓN	A	- 1.02 (0.94)	- 1.07 (1.05)	0.05 (0.27)	0.21	23	0.832		
		B	- 1.05 (1.33)	- 0.90 (1.28)	- 0.15 (23)	- 0.65	23	0.522		
		C	0.07 (0.60)	- 0.41 (0.89)	0.49 (0.19)	2.58	23	0.017	0.09	0.88
		D	0.25 (0.71)	0.14 (0.72)	0.10 (0.18)	0.58	23	0.569		
	VELOCIDAD	A	23.64 (4.96)	23.87 (5.10)	0.43 (0.87)	- 0.277	23	0.784		
		B	19.17 (4.32)	20.44 (3.82)	- 0.70 (0.80)	- 1.48	23	0.153		
		C	18.05 (4.39)	18.73 (3.58)	- 0.43 (0.80)	- 0.73	23	0.471		
		D	18.94 (3.11)	19.07 (2.65)	- 0.03 (0.62)	- 0.18	23	0.854		
	ÁNGULO DE GIRO	A	0.21 (0.38)	0.10 (0.30)	0.11 (0.10)	1.10	23	0.281		
		B	2.55 (0.90)	2.9 (1.00)	- 0.32 (0.24)	- 1.31	23	0.200		
		C	7.17 (0.73)	7.31 (0.78)	- 0.14 (0.23)	- 0.59	23	0.558		
		D	13.93 (12.04)	14.35 (14.34)	0.41 (3.38)	- 0.12	23	0.904		



### 4.3 Efectos de la comunicación sobre la conducción

Los efectos de la comunicación han sido valorados en el escenario crítico semáforo y en el escenario crítico curva de manera independiente. Concretamente los efectos valorados en cada uno de los escenarios han sido los de la recepción de una llamada y los del mantenimiento de una conversación. Efectos, que se estudian por separado.

Consecuentemente, se presentan en primer lugar los resultados referentes al escenario semáforo y en segundo lugar los del escenario curva.

#### 4.3.1 Escenario Semáforo

##### 4.3.1.1 Recepción de una llamada

Los efectos de la recepción de una llamada fueron valorados desde dos aproximaciones. La primera mediante la respuesta dicotómica de saltarse el semáforo o no, y la segunda a partir de variables continuas indicadoras del desempeño de la conducción.

En relación a la respuesta de respetar el semáforo, tal y como muestra la Tabla 9, en situación de llamada 7 personas se saltaron el semáforo. De estos 7 casos al menos 5 pueden ser atribuibles al efecto de haber recibido la llamada. A pesar de ello, al observar la tabla en su conjunto no puede decirse que ésta sugiera un efecto de la llamada sobre la conducta de respetar el semáforo, hecho que se refleja en los análisis ( $\chi^2 = 0.11$ ;  $p = 1.00$  calculada aplicando ley binomial).

Tabla 9: Recuento de personas en función de si se saltaron o no el semáforo en situación de ninguna comunicación establecida y en situación de recepción de llamada.

Llamada \ Ninguna		SALTO semáforo	
		No	Sí
SALTO semáforo	No	17	4
	Sí	5	2

Por otro lado, al analizar las variables indicadoras del desempeño de la conducción los datos sí sugieren algún tipo de interferencia provocada por la recepción de llamadas tanto al hacer frente a una situación de cambio de luces de un semáforo como al tomar una curva. A continuación se comentan dichos análisis. Hay que tener en cuenta que la situación llamada se desglosa en diferentes momentos (coincidentes con los diferentes tramos del escenario). Se analizan por lo tanto los efectos del sonido de la llamada, de la escucha de un mensaje breve y de haber finalizado la comunicación. Las variables que se han considerado relevantes para poder valorar cada uno de los efectos son diferentes en cada tramo.



En la Tabla 10 se presentan los resultados de los análisis. Como puede observarse en dicha tabla, los cambios que se producen al pasar del tramo A al B son los mismos cuando suena una llamada que en situación sin ninguna comunicación. La escucha del mensaje tampoco provoca cambios sobre las distancias de desaceleración, freno y detención respecto a la línea de detención del semáforo. En cambio, una vez finalizada la comunicación la velocidad y la aceleración son diferentes si las comparamos con una situación en que no se recibió ninguna llamada. La Tabla 10 permite apreciar el sentido de estas las diferencias. Una vez el semáforo se puso en verde, tanto la aceleración como la velocidad fueron mayores tras recibir una llamada respecto a situaciones sin ningún tipo de comunicación establecida, respectivamente se produjo una diferencia de 0'48 m/seg.<sup>2</sup> y de 2'21 m/seg. Se estima que estas diferencias podrían llegar a ser de 0'92 m/seg.<sup>2</sup> en aceleración y de 4'28 m/seg en velocidad.

Por lo tanto, la situación de recepción de una llamada sólo tuvo efectos sobre el comportamiento ante el semáforo una vez finalizada la comunicación.

#### 4.3.1.2 Mantenimiento de una conversación

Los efectos del mantenimiento de una conversación, al igual que los de la llamada, fueron valorados desde dos aproximaciones. La primera mediante la respuesta dicotómica de saltarse el semáforo o no, y la segunda a partir de variables continuas indicadoras del desempeño de la conducción.

Tal y como muestra la Tabla 11, en situación de conversación 7 personas se saltaron el semáforo. De estos 7 casos sólo tres serían atribuibles al efecto del mantenimiento de una conversación. Los datos mostrados en la tabla no sugieren relación entre estar conversando y saltarse el semáforo y así lo reflejan los resultados estadísticamente no significativos ( $\chi^2 = 0.20$ ;  $p = 1.00$  calculada aplicando ley binomial).

**Tabla 11: Recuento de personas en función de si se saltaron o no el semáforo en situación de ninguna comunicación establecida y en situación de mantenimiento de una conversación.**

<div> <div></div> <div>Ninguna</div> <div>Conversación</div> </div>		SALTO semáforo	
		No	Sí
SALTO semáforo	No	19	2
	Sí	3	4

En el análisis de las variables indicadoras del desempeño de la conducción los datos apoyan la existencia de interferencia del mantenimiento de una conversación al hacer frente a una situación de cambio de luces de un semáforo. Los resultados del análisis se presentan en la Tabla 12. Como puede apreciarse en la tabla, en situación de conversación la velocidad fue mayor en todos los tramos (A, B, C y D) respecto a una situación sin comunicación. Por ejemplo, la diferencia más acusada observada

Tabla 12: Comparación de medias de las variables valoradas en cada uno de los tramos del escenario SEMÁFORO en situación de mantenimiento de una conversación y en situación de ninguna comunicación establecida (LB).

Semáforo con Conversación	Tramo	Variables	$\bar{x}$ LB (desv.est.)	$\bar{x}$ Conversación (desv.est.)	Diferencia (error estándar)	t	gl	Significación	IC 95%	
	A	<i>velocidad</i>	18.31 (3.99)	21.16 (3.92)	2.86 (0.79)	3.62	26	0.001	1.23	4.48
		<i>aceleración</i>	-0.17 (0.60)	-0.51 (1.34)	-0.34 (0.28)	-1.34	26	0.224		
	B	<i>velocidad</i>	16.98 (4.19)	18.85 (4.22)	1.87 (0.90)	2.07	26	0.048	0.14	3.72
		<i>aceleración</i>	-0.75 (0.83)	1.20 (1.24)	-0.44 (0.28)	-1.62	26	0.117		
	C	<i>distancia desaceleración</i>	35.43 (4.87)	37.89 (4.92)	2.46 (1.02)	2.41	25	0.023	0.36	4.56
		<i>distancia freno</i>	21.69 6.90	24.81 8.08	3.74 1.98	1.89	20	0.073	-0.39	7.88
		<i>distancia detención</i>	13.00 (4.27)	13.28 (4.16)	0.28 (0.79)	0.35	20	0.730		
	D	<i>velocidad</i>	11.82 (3.86)	12.95 (2.87)	1.13 (0.61)	1.84	26	0.078	-0.13	2.39
		<i>aceleración</i>	1.61 (0.88)	2.23 (1.61)	0.62 (0.20)	3.07	26	0.005	0.20	1.04

entre las medias de velocidad correspondiente a situación con conversación y situación sin conversación se dio en el tramo previo a la visualización del semáforo (tramo A) y fue de 3'62 m/seg. En global, las estimaciones (IC 95%) Sitúan alrededor de 4 m(seg el incremento de velocidad promedio en los tramos previos a la detención del vehículo ante un semáforo cuando se conduce mientras se conversa.

Se puede observar además, que la respuesta al cambio de luces se produjo metros antes en situación de conversación. Dicho de otro modo, las distancias de desaceleración y de freno fueron mayores cuando se conversaba. Aunque estas diferencias sólo llegaron a ser significativas en el caso de la distancia a la que se comenzó a pisar el freno. En nuestro experimento, bajo condición de conversación las personas comenzaron a desacelerar cerca de 4 metros antes que en situación de no comunicación y frenaron cerca de 3 metros más lejos de la línea de detención.

Tras el cambio de luces (tramo D), la velocidad fue, en promedio, también mayor durante el mantenimiento de una conversación, aunque esta diferencia de casi 2m/seg no fue estadísticamente significativa. El incremento en la aceleración promedio observada en situación de conversación en el último tramo, en cambio, si fue estadísticamente significativo.

## 4.3.2 Escenario Curva

### 4.3.2.1 Recepción de una llamada

Los análisis de los efectos de la recepción de una llamada sobre la conducción en el escenario curva fueron llevada a cabo de manera similar a la realizada en el caso del escenario semáforo. Esto es, a partir del análisis de la respuesta dicotómica salirse o no del trazado de la curva, y a partir del análisis de variables indicadoras del desempeño de la conducción.

La valoración de si la recepción de una llamada hizo que los conductores se salieran del trazado de la curva puede realizarse observando la Tabla 13. Únicamente 5 de los 28 conductores se salieron de la curva en situación de llamada, y tan sólo uno de éstos no lo hizo en situación sin llamada. Los datos que en ella se muestran no sugieren ningún tipo de efecto de la comunicación establecida sobre la conducta de tomar correctamente una curva La relación de el comportamiento de salirse de la curva y la recepción de una llamada fue estadísticamente no significativa ( $\chi^2= 0.33$ ;  $p=1.00$  calculada aplicando ley binomial).

**Tabla 13: Recuento de personas en función de si se salieron o no de la curva en situación de ninguna comunicación establecida y en situación de recepción de llamada.**

Llamada \ Ninguna		SALIDA Curva	
		No	Sí
SALIDA Curva	No	21	2
	Sí	1	4



Tabla 14: Comparación de medias de las variables valoradas en cada uno de los tramos que forman el escenario CURVA, en situación de recepción de una llamada y en situación de ninguna comunicación establecida (LB).

Curva con Llamada	Tramo (Momento de la comunicación)	Variables	$\bar{x}$ LB (desv.est.)	$\bar{x}$ Llamada (desv.est.)	Diferencia (error estándar)	t	gl	Significación	IC 95% diferencia	
	AB (Llamada)	<i>cambio velocidad</i>	<b>-4.08</b> <b>(3.52)</b>	<b>-2.54</b> <b>(2.80)</b>	<b>1.53</b> <b>(0.71)</b>	<b>2.15</b>	<b>23</b>	<b>0.043</b>	<b>0.06</b>	<b>3.01</b>
		<i>cambio aceleración</i>	0.10 (1.11)	-0.19 (1.28)	-0.29 (0.28)	-1.01	23	0.324		
		<i>cambio angulo giro</i>	2.59 (0.83)	2.35 (1.23)	-0.24 (0.24)	0.99	23	0.331		
	BC (Mensaje)	<i>cambio velocidad</i>	-1.46 (1.79)	-1.76 (2.43)	-0.29 (0.45)	-0.66	23	0.518		
		<i>cambio aceleración</i>	0.80 (1.40)	0.49 (1.32)	-0.31 (1.54)	-0.98	23	0.339		
		<i>cambio angulo giro</i>	2.59 (0.83)	2.35 (1.23)	-0.24 (0.24)	-0.99	23	0.331		
	CD (Comunicación finalizada)	<i>cambio velocidad</i>	<b>0.89</b> <b>(1.92)</b>	<b>0.04</b> <b>(1.66)</b>	<b>-0.86</b> <b>(0.41)</b>	<b>-2.10</b>	<b>23</b>	<b>0.047</b>	<b>-1.70</b>	<b>-0.01</b>
		<i>cambio aceleración</i>	0.52 (0.63)	0.42 (1.70)	-0.09 (0.34)	-0.27	23	0.787		
		<i>cambio angulo giro</i>	<b>3.78</b> <b>(2.20)</b>	<b>8.99</b> <b>(13.38)</b>	<b>5.21</b> <b>(2.69)</b>	<b>1.94</b>	<b>23</b>	<b>0.065</b>	<b>-0.35</b>	<b>10.77</b>

En cuanto a los efectos de la llamada sobre las variables que describen la conducta de tomar una curva, de nuevo, la situación llamada se desglosa en diferentes momentos (coincidentes con los diferentes tramos del escenario). Se analizan por lo tanto los efectos del sonido de la llamada, de la escucha de un mensaje breve y de haber finalizado la comunicación. Las variables que se han considerado relevantes hacen referencia a los cambios que se producen al pasar de un tramo a otro. Los resultados del análisis se muestran en la Tabla 14 y sugieren que se produce un efecto del sonido de la llamada y también del fin de la comunicación. En el momento de recibir la llamada, el cambio en la velocidad es menor, esto es, la reducción de velocidad al inicio del desarrollo de la curva (tramo B) respecto al tramo de transición (tramo A) es 1'5 m/seg. menor en comparación con una situación de no recepción de llamada. A partir de los datos recogidos, se estima, con una confianza del 95%, que el cambio producido en la velocidad entre el tramo de transición y el inicio de desarrollo de una curva podría ser hasta 3 m/seg. mayor cuando recibe una llamada respecto a situaciones en que no se recibe (aunque cabe señalar que esta diferencia también podría ser inapreciable). Así mismo, en la Tabla 14 se observa también que las personas cuando recibieron una llamada, mantuvieron en promedio prácticamente la misma velocidad entre el fin del desarrollo de la curva (tramo C) y la transición a recta (tramo D). En este sentido, se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las dos situaciones experimentales, no obstante, la diferencia estimada entre los cambios producidos en la velocidad abarca un intervalo estrecho que como máximo alcanzaría cerca de 2 m/seg.

Por último, cabe señalar las diferencias encontradas en el cambio del ángulo de giro producido entre los tramos CD, que corresponden en la situación de recepción de llamada al momento inmediatamente después del fin de la comunicación establecida. A pesar de no ser estadísticamente significativas, las diferencias en dicho cambio son de 5.21 rad. Esto es, que el promedio del ángulo de giro en el tramo D al tramo C tras una llamada fue 5.21 rad mayor respecto que en situaciones en que no se recibió previamente ninguna.

#### **4.3.2.2 Mantenimiento de una conversación**

Como en el caso del escenario semáforo, para valorar el efecto del mantenimiento de una conversación sobre la conducción en el escenario curva, se analizó en primer lugar si el mantenimiento de una conversación provocó que los conductores se salieran del trazado de la curva. Y en segundo lugar, se valoraron tales efectos sobre la conducción en el escenario curva a partir de variables adecuadas para describir el comportamiento de tomar una curva.

En las Tabla 15 se presentan los datos valorados respecto a la respuesta dicotómica salirse o no de la curva. En situación de conversación fueron 5 los conductores que se salieron de la curva, de los cuales únicamente 3 serían atribuibles al hecho de conversar. Tal y como se desprende de la observación de los datos presentados, el mantenimiento de una conversación no parece tener un efecto sobre las conductas de respetar el semáforo y tomar correctamente una curva. Los efectos de la comunicación en este caso son estadísticamente no significativos ( $\chi^2 = 0.14$  con  $p=1.00$  calculada aplicando ley binomial).

**Tabla 15: Recuento de personas en función de si se salieron de la curva o no en situación de ninguna comunicación establecida y en situación de mantenimiento de una conversación.**

<div> <div></div> <div>Ninguna</div> <div>Conversación</div> </div>		SALIDA Curva	
		No	Sí
SALIDA Curva	No	19	4
	Sí	3	2

En cuanto a la valoración del comportamiento de tomar una curva, se analizaron la velocidad, la aceleración y el ángulo de giro en cada uno de los tramos. En la Tabla 16 se presentan los resultados de tales análisis. En general, se observan diferencias despreciables (todas ellas estadísticamente no significativas) al comparar la situación de conversación con la situación sin conversación en todas las medias correspondientes a cada una de variables en cada uno de los tramos. De las tres variables la que mantiene el mismo sentido de las diferencias en prácticamente todos los tramos es como puede observarse en la tabla, la velocidad. Las medias de esta variable en los tramos A, B y C fue ligeramente mayor en situación de conversación, y ligeramente menor en el tramo D respecto una situación sin conversación.

Por lo tanto, a la vista de los resultados, podemos decir que los efectos de la conversación sobre la conducción al tomar una curva fueron estadísticamente no significativos.

Tabla 16: Comparación de medias de las variables valoradas en cada uno de los tramos del escenario CURVA en situación de mantenimiento de una conversación y en situación de ninguna comunicación establecida (LB).

Curva con Conversación	Tramo	Variables	$\bar{x}$ LB (desv.est.)	$\bar{x}$ Conversación (desv.est.)	Diferencia (error estándar)	t	gl	Significación
	A	<i>velocidad</i>	23.37 (5.02)	23.57 (7.24)	0.20 (1.51)	0.13	19	0.895
		<i>aceleración</i>	- 1.09 (0.76)	- 0.94 (1.04)	0.15 (0.20)	0.74	19	0.467
		<i>ángulo de giro</i>	0.07 (0.19)	0.11 (0.43)	0.04 (0.10)	0.43	19	0.675
	B	<i>velocidad</i>	19.10 (3.95)	20.19 (5.69)	1.08 (1.17)	0.77	19	0.368
		<i>aceleración</i>	- 1.01 (1.22)	- 1.09 (1.36)	- 0.08 (0.32)	-0.25	19	0.808
		<i>ángulo de giro</i>	2.75 (0.73)	2.62 (0.53)	- 0.13 (0.22)	-0.58	19	0.568
	C	<i>velocidad</i>	17.71 (3.28)	18.49 (4.18)	0.78 (1.01)	0.77	19	0.453
		<i>aceleración</i>	- 0.15 (0.64)	- 0.53 (1.12)	- 0.37 (0.25)	-1.50	19	0.149
		<i>ángulo de giro</i>	7.28 (0.44)	7.54 (1.07)	0.26 (1.01)	1.14	19	0.268
	D	<i>velocidad</i>	18.64 (2.19)	18.51 (3.65)	-0.12 (0.75)	-0.17	19	0.870
		<i>aceleración</i>	0.32 (0.47)	0.17 (0.57)	-0.15 (0.12)	-1.19	19	0.247
		<i>ángulo de giro</i>	10.73 (0.79)	11.03 (1.82)	0.30 (0.44)	0.68	19	0.506



#### **4.4 Resumen de los resultados principales.**

Los resultados no han mostrado efectos significativos del momento de la comunicación establecida sobre el control del vehículo al menos en términos de infracciones-como no respetar un semáforo- ni de fracaso a la hora de tomar una curva. En cambio, sí parece tener ciertos efectos en el modo de conducir, a nivel de variables que describen el desempeño de la conducción. Los efectos han resultado ser diferentes en función del tipo de escenario vial y del momento de la comunicación.

Respecto al establecimiento de la comunicación, el sonido de la llamada tuvo sólo efectos en el escenario curva. La reducción de velocidad al entrar en el desarrollo de la curva fue menor.

Es destacable el efecto que tiene haber recibido una llamada momentos antes, (haber escuchado un mensaje de voz tras el sonido de una llamada). Aunque este efecto se observó en los dos escenarios presentados: semáforo y curva, no fue de la misma naturaleza en ambos casos. En el semáforo, las personas reanudaban la marcha a mayor velocidad y aceleración, en las curvas, a diferencia de una situación sin comunicación, no se incrementó la velocidad sino que se mantuvo la misma velocidad promedio en la transición a recta que en el tramo inmediatamente anterior. Además, el cambio el ángulo de giro fue mayor que en condición de no establecimiento de comunicación.

En cuanto al mantenimiento de la conversación, únicamente pareció provocar interferencia en el escenario semáforo. Estos efectos se observan a lo largo de los diferentes tramos que configuran el escenario. En general, las personas mientras estuvieron conversando condujeron a mayor velocidad, comenzaron a desacelerar y a frenar unos metros antes aunque se detuvieron a la misma distancia que cuando no establecieron ningún tipo de comunicación. Además, emprendieron la marcha a mayor velocidad y aceleración.



#### 4.5 Valoración de la utilidad de los criterios de aprendizaje.

Como ya se ha expuesto anteriormente, un objetivo adicional de este estudio es valorar la utilidad de una serie de criterios de aprendizaje dirigidos a reducir la gran variabilidad que muestran las medidas. Los criterios a valorar a partir de los que se consideró que el aprendizaje fue adecuado son los siguientes:

- 1) No sufrir ningún accidente la última vez que se recorre el circuito de aprendizaje.
- 2) Ser capaz de controlar la posición del vehículo.
- 3) No se saltarse ningún semáforo en rojo.
- 4) Emplear un tiempo razonable en recorrer el circuito (inferior a 521 segundos).

Los tres primeros criterios se han propuesto por corresponder a su vez con respuestas indicadoras de deterioro en la conducción. Es decir, estos criterios corresponden con variables empleadas para valorar los efectos de la comunicación sobre la conducción. Resulta fundamental poder atribuir los accidentes, la incapacidad de mantenerse en el carril (salidas de carril) y los saltos de semáforo a los efectos de la comunicación y no a un control insuficiente del vehículo por falta de habilidad con el simulador. En referencia al cuarto criterio, se ha considerado que el cumplimiento de los tres criterios anteriores no debe ser a costa de conducir con excesivo cuidado. Se considera síntoma de seguridad y buena habilidad en el manejo del simulador ser capaz de recorrer el circuito sin problemas manteniendo una velocidad adecuada. El establecimiento del tiempo mínimo de 521seg equivale a establecer una velocidad promedio mínimo durante el recorrido de aproximadamente 80km/h. Este criterio es también un criterio práctico en el sentido de que en parte, se ha establecido considerando nuestra experiencia con el simulador. Según nuestra experiencia el tiempo promedio empleado por la mayoría de conductores que realizan el circuito se sitúa entre 480 y 520seg.

Tabla 17: Resumen del desempeño de la conducción la última vez que se recorre el circuito de aprendizaje en personas que sí superaron la fase de aprendizaje y en las que no los superaron.

SUPERACIÓN DE la fase de APRENDIZAJE		Criterio 1	Criterio 2	Criterio 3	Criterio 4
		% personas que sufren algún accidente	% de veces en que el vehículo se encuentra fuera del carril Md, (IQR)	% personas que se saltan algún semáforo en rojo	Tiempo en recorrer el circuito Md (IQR)
<b>SI</b> N = 28		0%	6,6% (7'4)	0%	465 seg. (74)
<b>No</b>	(conducción prudente) n = 9	22% (n = 2)	7,5% (3,5)	0%	629 seg. (73)
	(conducción arriesgada) n = 11	63,6% (n = 7)	24% (16,2)	36,4% (n = 4)	499 seg. (158)



Los criterios se aplicaron en la fase de aprendizaje a un total de 48 personas y fueron superados únicamente por 28 conductores. El resumen de la aplicación de los criterios establecidos se muestra en la Tabla 17 y en ella se puede apreciar la existencia de dos patrones de conducción diferentes dentro del conjunto de los 20 conductores que no superaron los criterios. A partir de la observación del incumplimiento de los criterios podemos distinguir un grupo de conductores con un patrón de conducción muy prudente -conductores que no comenten infracciones pero presentan una conducción lenta- y otro grupo con un patrón de conducción arriesgada. En la Figura 9 se muestran a modo de ejemplo un caso correspondiente a cada uno de estos patrones. Se presentan para cada caso las dos gráficas empleadas para valorar los criterios de aprendizaje justo después de finalizar cada recorrido. Se acompañan las gráficas con los datos más relevantes del desempeño por parte del conductor. En la gráfica A de cada caso está representada la posición del vehículo en metros con respecto al centro del carril en relación a los metros recorridos desde el inicio (el registro de variables se programó cada 25m aprox.). Por su parte la gráfica B contiene la representación de los valores de velocidad para los metros recorridos desde el inicio. En ambas gráficas se ha representado la presencia de los 5 semáforos del circuito mediante líneas verticales que ayudan a comprender mejor visualmente el comportamiento del conductor.

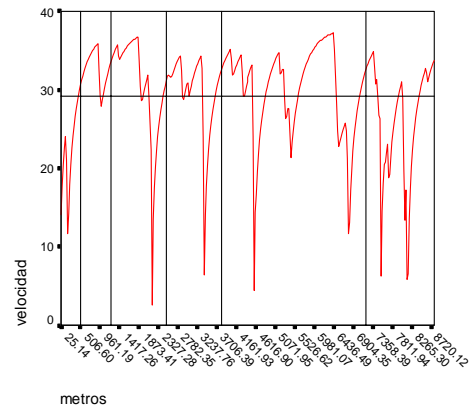
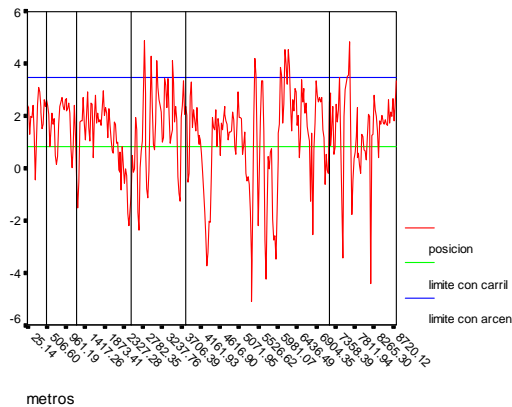
A partir de la comparación de las gráficas de los dos casos puede apreciarse que efectivamente el patrón de conducción es muy diferente. El conductor 26 forma parte del grupo de conducción arriesgada. Como la mayoría de los conductores de este grupo no supera los 3 primeros criterios ya que sufre 2 accidentes, se sale a menudo del carril como muestra de poco control sobre la posición del vehículo y se salta varios semáforos. Además, conduce demasiado rápido, supera en 5 ocasiones los límites de velocidad, finalizando el recorrido en tan sólo 388 seg. Este patrón contrasta con el del caso siguiente, el del conductor 7, que supera todos los criterios menos el último ya que tarda 620 seg. en recorrer el circuito. El patrón del conductor 7 es representativo del grupo de conducción prudente, cuya conducción en general se parece más a la del grupo que supera los criterios que a la de los “conductores arriesgados”. Esto puede apreciarse visualmente al comparar la conducción del caso 7 la de los conductores de la Figura 10. Ésta figura, muestra los casos de dos conductores que forman parte del grupo que superan los criterios de aprendizaje. El primero de los casos corresponde a un aprendizaje bastante representativo dentro de su grupo, y el segundo caso el del conductor 37 es uno de los 9 conductores que superaron los criterios la tercera vez que recorrieron el circuito.

Consideramos que un argumento a favor de la utilidad de los criterios puede basarse en la observación de diferencias entre la conducción de las personas que superan los criterios y las que no en tramos sin establecimiento de comunicación. En consecuencia, la valoración se realizó sobre los datos procedentes de la línea base para cada variable. Los análisis estadísticos se realizaron desde dos aproximaciones diferentes. Con la primera se analizan dos indicadores importantes: la conducta de saltarse los semáforos y la conducta salirse de la curva. Tal análisis se lleva a cabo mediante el cálculo del índice estadístico ji cuadrado para cada uno de los indicadores. Y la segunda, analiza indicadores más finos: velocidad, aceleración, tanto en curvas como en semáforos; ángulo de giro en curvas; y distancias de desaceleración, frenado y detención en el caso de los semáforos. En esta segunda aproximación se realizaron análisis de la variancia multivariante de los datos registrados en los diferentes tramos que configuran los escenarios.

## EJEMPLOS DE CASOS QUE NO SUPERAN LOS CRITERIOS DE APRENDIZAJE

### Conducción Arriesgada

**CONDUCTOR 26:** No supera los *criterios 1, 2 y 3* en el 4º recorrido. Sufre 2 accidentes por salida de la calzada, se salta 2 semáforos, comete 5 excesos de velocidad y emplea 388 seg.



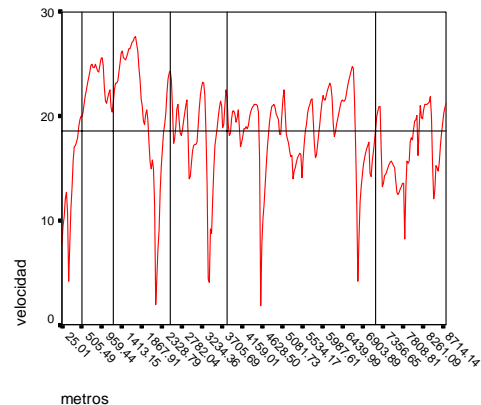
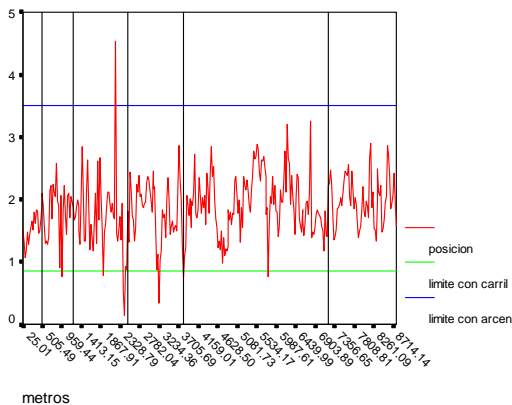
**Gráfica A.** Posición (metros) del vehículo en el carril en función de los metros recorridos

**Gráfica B.** Velocidad (m/seg) en función de los metros recorridos

\*Nota: En ambas gráficas las líneas verticales señalan la presencia de un semáforo que regula un cruce en el que está permitido girar.

### Conducción Prudente

**CONDUCTOR 7:** No supera el *criterio 4* de aprendizaje al 4º recorrido y emplea 620 seg.



**Gráfica A.** Posición (metros) del vehículo en el carril en función de los metros recorridos

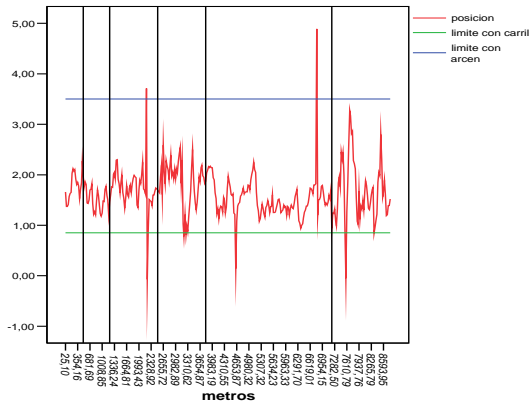
**Gráfica B.** Velocidad (m/seg) en función de los metros recorridos

\*Nota: En ambas gráficas las líneas verticales señalan la presencia de un semáforo que regula un cruce en el que está permitido girar.

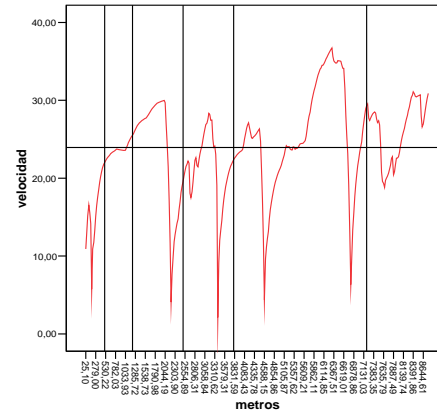
**Figura 9:** Presentación de dos casos que no superan los criterios de aprendizaje correspondientes respectivamente a patrones de conducción arriesgada y de conducción prudente.

## EJEMPLOS DE CASOS QUE SUPERAN LOS CRITERIOS DE APRENDIZAJE

**CONDUCTOR 31: Supera los criterios de aprendizaje en el 4º recorrido y emplea 507seg**



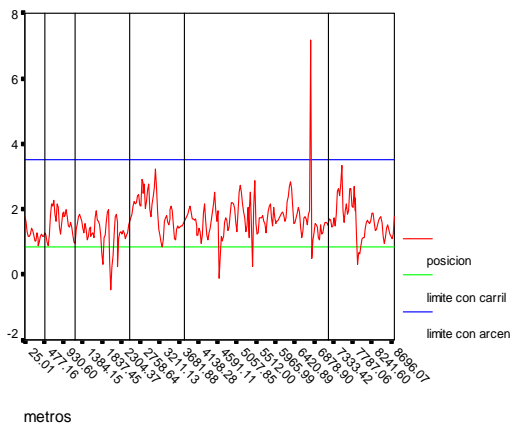
**Gráfica A.** Posición (metros) del vehículo en el carril en función de los metros recorridos



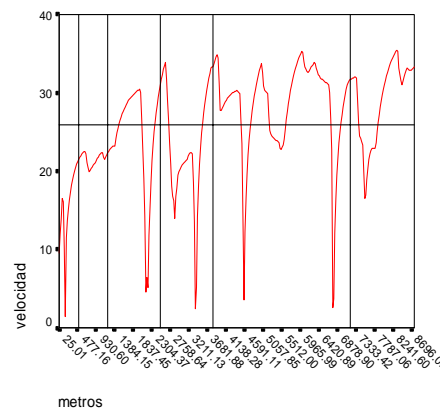
**Gráfica B.** Velocidad (m/seg) en función de los metros recorridos

\*Nota: En ambas gráficas las líneas verticales señalan la presencia de un semáforo que regula un cruce en el que está permitido girar.

**CONDUCTOR 37: Supera los criterios de aprendizaje en el 3er recorrido y emplea 450 seg**



**Gráfica A.** Posición (metros) del vehículo en el carril en función de los metros recorridos



**Gráfica B.** Velocidad (m/seg) en función de los metros recorridos

\*Nota: En ambas gráficas las líneas verticales señalan la presencia de un semáforo que regula un cruce en el que está permitido girar.

**Figura 10: Presentación de dos casos que superan los criterios de aprendizaje correspondientes, el primero de ellos en el 3er recorrido y el segundo caso en el 4º recorrido.**

Conviene destacar, que la primera de las valoraciones no solamente es importante por el hecho de que dichos indicadores ofrecen evidencias de falta de pericia en el manejo, sino que es necesaria, ya que en los casos en los que un conductor se salta un semáforo o se sale de una curva se produce una pérdida de datos en determinadas variables. Cuando se comete dicha conducta en las dos medidas de línea base la imposibilidad de establecer una línea base de comparación para ese participante invalida el caso para el análisis de resultados.

En la Tabla 18 se compara el recuento de personas que se salieron de la curva o no según superaran o no los criterios. De las personas que superaron los criterios, un total de 22 no se salieron de la curva, mientras que de las personas que no los superaron, tan sólo 3 se salieron del trazado de la curva. No se encontraron por lo tanto, diferencias en cuanto a la conducta de salirse de la curva cuando se comparó el grupo que no superó los criterios y el grupo que sí lo hizo ( $\chi^2 = 0.316$ ;  $p = 0.574$ ).

En contraposición con el comportamiento de salirse de la curva, sí se encontraron diferencias en cuanto a la conducta de saltarse el semáforo. La Tabla 19 muestra cuántas personas se saltaron el semáforo tomado como línea base (el segundo de los semáforos sin establecimiento de comunicación) en función de si cumplieron los criterios o no. El comportamiento de respetar o no los semáforos fue significativamente diferente en los conductores que superaron todos los criterios respecto a los que no. Concretamente, de los 28 conductores que respetaron el semáforo, 22 habían superado los criterios. Así mismo, de los 20 conductores que no respetaron el semáforo que ( $\chi^2 = 11.32$ ;  $p = 0.001$ ), concretamente, la proporción de personas que se salta los semáforos en el grupo de conductores que no superan los criterios es el doble que la proporción de personas que sí los superan (IC 95%= 1.18 a 4).

**Tabla 18: Comportamiento de salirse del trazado de la curva LB en función de la superación de los criterios de aprendizaje.**

		SUPERACIÓN DE CRITERIOS	
		No	Sí
SALIDA CURVA (LB2)	No	17	22
	Sí	3	6

**Tabla 19: Comportamiento de saltarse el segundo semáforo de LB en función de la superación de los criterios de aprendizaje.**

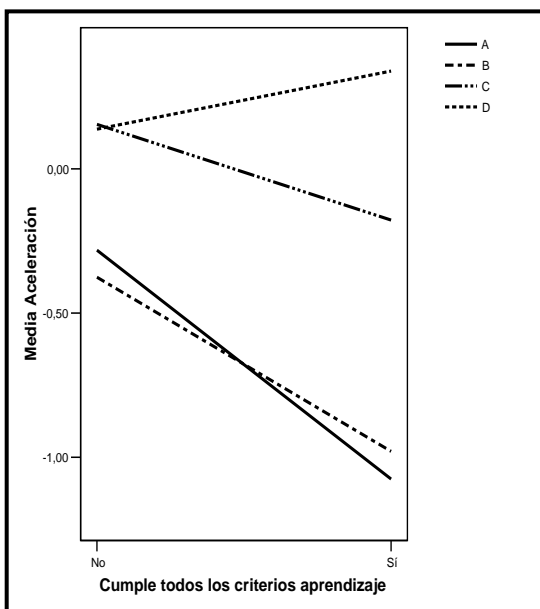
		SUPERACIÓN DE CRITERIOS	
		No	Sí
SALTO semáforo (LB2)	No	6	22
	Sí	14	6

Respecto a la segunda valoración, sin embargo, no se encontraron diferencias significativas entre grupos cuando se valoró el desempeño de la conducción en los tramos de semáforo pero sí en los tramos de curva.

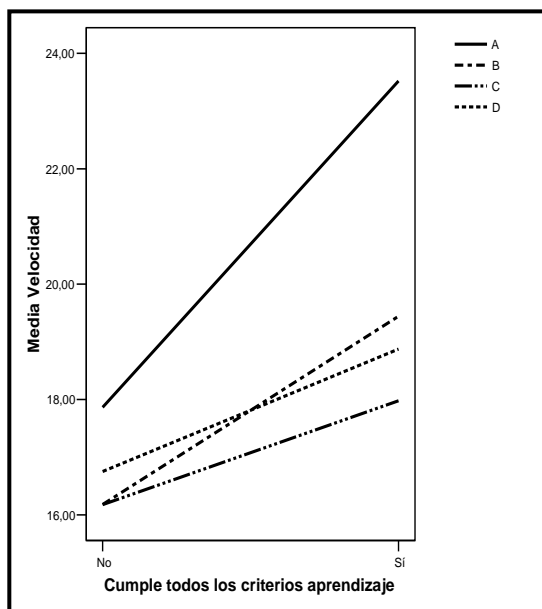
Respecto la conducción en los semáforos, las medias de las variables velocidad y distancias de desaceleración, de frenado y de detención valoradas en los 4 tramos del escenario fueron prácticamente iguales en el grupo de personas que superaron los criterios respecto del grupo que no los superaron. Los resultados de los análisis se presentan en la Tabla 20 y en ella se observa que las diferencias entre los grupos son estadísticamente no significativas. Tan sólo se observan ciertas diferencias entre estos dos grupos en las medias de aceleración de los 4 tramos, aunque tales diferencias no alcanzan a ser estadísticamente significativas.

La conducta de tomar las curvas en los dos grupos en cuanto a velocidad y a aceleración fue distinta de manera estadísticamente significativa ( Lambda de Wilks = 0.620, F= 5.377, p= 0.002 y Lambda de Wilks= 0.577, F= 6.604, p<0.0005 respectivamente) aunque fue estadísticamente la misma en cuanto al ángulo de giro. En las gráficas 1 y 2 se representan, respectivamente, las medias de aceleración y de la velocidad calculadas en ambos grupos para cada uno de los tramos de la curva.

En resumen, los datos se muestran a favor de la utilidad los criterios de aprendizaje. Podemos afirmar que éstos permiten clasificar a los conductores en dos grupos que resultan ser diferentes en cuanto a la conducción del simulador valorada a en los escenarios curva y semáforo. También podríamos decir que resultan especialmente útiles a modo de filtro para detectar personas que no respetan los semáforos.



**Gráfica 1: Medias de aceleración en cada tramo según el cumplimiento o no de los criterios de aprendizaje.**



**Gráfica 2: Medias de velocidad en cada tramo según el cumplimiento o no de los criterios de aprendizaje.**

Tabla 20: Comparación de medias de los grupos que superan los criterios respecto del que no los superan . Las medias corresponden a las variables velocidad, aceleración y ángulo de giro en cada tramo del escenario SEMÁFORO (LB).

SEMÁFORO LB	VARIABLES	TRAMOS	SUPERACIÓN CRITERIOS		Lambda de Wilks	F	GI Hipótesis	GI Error	Significación
			NO	SÍ					
	Velocidad $\bar{x}$ LB (Desv.Est.)	A	16.33 (3.53)	18.42 (3.60)	0.856	1.810	4	43	0.144
		B	15.29 (3.92)	17.12 (4.18)					
		C	11.77 (4.24)	11.20 (3.06)					
		D	12.47 (4.53)	12.05 (3.97)					
	Aceleración $\bar{x}$ LB (Desv.Est.)	A	- 0.30 (0.49)	- 0.16 (0.59)	0.807	2.579	4	43	0.051
		B	- 0.25 (0.74)	- 0.074 (0.82)					
		C	- 1.10 (1.60)	- 1.85 (1.72)					
		D	1.05 (0.74)	1.64 (0.88)					
	Distancia de desaceleración		31.90 (6.56)	35.75 (4.41)	0.870	1.692	3	34	0.187
	Distancia de freno		18.02 (6.61)	20.53 (6.90)					
	Distancia de detención		12.19 (4.02)	13.37 (4.01)					

Tabla 21: Comparación de medias de los grupos que superan los criterios respecto del que no los supera . Las medias corresponden a las variables velocidad, aceleración y A.Giro en cada tramo del escenario CURVA (LB).

CURVA LB	VARIABLES	TRAMOS	SUPERACIÓN CRITERIOS		Lambda de Wilks	F	GI Hipótesis	GI Error	Significación
	Velocidad $\bar{x}$ (Desv.Est.)	A	17.87 (3.1)	23.52 (4.65)	0.577	6.604	4	36	0.002
		B	16.18 (2.76)	19.44 (3.04)					
		C	16.17 (2.62)	17.98 (3.20)					
		D	16.75 (2.45)	18.87 (2.28)					
	Aceleración $\bar{x}$ (Desv.Est.)	A	- 0.28 (0.35)	1.08 (0.81)	0.626	5.377	4	36	< 0.0005
		B	- 0.38 (0.65)	- 0.98 (1.21)					
		C	0.15 (0.27)	- 0.18 (0.61)					
		D	0.14 (0.20)	0.34 (0.44)					
	Ángulo de Giro $\bar{x}$ (Desv.Est.)	A	0.30 (0.34)	0.11 (0.25)	0.810	2.115	4	36	0.099
		B	2.56 (0.48)	2.71 (0.73)					
		C	7.33 (0.55)	7.27 (0.55)					
		D	10.41	11.06					
			(0.62)	(1.85)					

## 5 DISCUSIÓN

En nuestro experimento, en general, los conductores que controlaron satisfactoriamente el vehículo en condiciones en que sólo conducían, también lo hicieron cuando recibieron una llamada y mantuvieron una conversación telefónica. Es decir, el uso de manos libres no provocó una pérdida importante del control del vehículo al menos en términos de infracciones-como no respetar un semáforo- ni de fracaso a la hora de tomar una curva. Sin embargo, sí se observaron ciertas alteraciones en el modo de conducir. Estas alteraciones se dieron de manera diferente según si los conductores estaban tomando una curva o parándose ante un semáforo. También fueron diferentes según el momento de la comunicación.

Respecto al establecimiento de la comunicación, el sonido de la llamada sólo tuvo efectos a la hora de tomar una curva. La reducción de velocidad al entrar en el desarrollo de ésta fue menor. Este efecto es especialmente importante desde el punto de vista de la seguridad ya que para tomar adecuadamente una curva se requiere reducir al entrar en ella. Aunque como ya se ha dicho, no se perdió el control del vehículo, ni se observaron cambios destacables en el manejo del volante. Esto es, el ángulo de giro del volante y la posición en el carril no sufrieron cambios importantes.

Un resultado destacable es que recibir una llamada y haber escuchado el mensaje por teléfono tuvo efectos no inmediatos tanto al enfrentarse a un semáforo como al enfrentarse a una curva. Estos efectos, además fueron de diferente naturaleza según el tipo de escenario vial. Ante un semáforo, el comportamiento de los conductores es el mismo que cuando no se recibe una llamada. En cambio, una vez el semáforo se ha puesto en verde, el comportamiento de los conductores que han recibido una llamada podría describirse como más arriesgado. Éstos reanudan la marcha a mayor velocidad y aceleración. En las curvas, se observó un patrón de comportamiento contrario, no se incrementó la velocidad al finalizar la curva (en la transición a recta), sino que se mantuvo la misma velocidad promedio que en el tramo de desarrollo final. Cabe señalar que en condiciones en que no se estableció ningún tipo de comunicación esto no ocurría, sino que el comportamiento observado era de un incremento de la velocidad al finalizar la curva. Además, las personas cuando habían escuchado previamente un mensaje telefónico, incrementaban el ángulo de giro al finalizar la curva (y comenzar una recta) más que en condición de no establecimiento de comunicación.

En cuanto al mantenimiento de la conversación, únicamente alteró el comportamiento al enfrentarse a un semáforo. En general, las personas mientras conversaban condujeron de manera más arriesgada manteniendo una velocidad mayor que cuando no hablaban por teléfono. Curiosamente, aunque circulaban a mayor velocidad, respondieron al semáforo desacelerando y frenando unos metros antes que cuando no hablaban por teléfono logrando detenerse a la misma distancia que cuando solamente conducían. Una vez el semáforo se puso en verde, emprendieron la marcha con mayor rapidez: a mayor velocidad y aceleración.

Se esperaban efectos de mayor magnitud en función del momento de la comunicación bajo la consideración de que el grado en que la tarea primaria de conducir se degrada debido al desempeño de una tarea secundaria está en función de las demandas atencionales que requiera cada tarea (Lee, 2000; Lee, Caven, Haake y Brown, 2000; Ranney et al., 2000). Efectivamente, las consecuencias sobre la conducción fueron más notables cuando el conductor estaba conversando. Aunque



cabe destacar que en este caso, la duración de la conversación respecto a la duración de la escucha de un mensaje podría estar jugando un papel importante como ya han apuntado otros estudios (Liu, 2003).

A diferencia de los resultados obtenidos en otros experimentos (Riba et al., 2002), los conductores en esta ocasión no parecieron mostrar un comportamiento compensatorio, al menos no se observó una reducción de la velocidad. Patten y sus colegas (2004) tampoco encontraron un comportamiento compensatorio en los conductores al conversar con manos libres que se viera reflejado en el control de la velocidad. Cosa que, en su estudio sí se dio cuando se sostenía el teléfono. Podría suceder que el hecho de sostener el teléfono sirviera de recordatorio del decremento de capacidad. Para explicar este fenómeno los autores argumentan que en el segundo caso se tiene un recordatorio psicomotor autoimpuesto de su incapacidad, procedente del brazo y de la mano que sostienen el teléfono. En el caso de los manos libres, en cambio, se está falto de claves físicas a pesar de que sí haya una incremento de la carga cognitiva, incluso con una conversación simple. Esta explicación podría hacer pensar que la reducción de velocidad trata de compensar la interferencia periférica, sin embargo se ha descrito este efecto compensatorio en otros estudios que han empleado sistemas de manos libres o que lo han emulado. De hecho el contenido de las conversaciones ha resultado ser más importante que la modalidad empleada para llevarlas a cabo (Patten et al., 2004).

En nuestro estudio, tan sólo el caso del comportamiento ante el semáforo bajo condiciones de conversación podría interpretarse en términos de respuesta compensatoria. La respuesta consistió en que los conductores, mientras estuvieron hablando, pusieron en marcha las acciones necesarias para desacelerar antes el vehículo. En ocasiones, las respuestas compensatorias a la percepción de sobrecarga mental se han dado a partir de frenadas más intensas (Hancock, Lesch y Simmons, 2003). Otra posible explicación es que dicho comportamiento podría estar respondiendo, simplemente, a un aspecto técnico del diseño del escenario. El cambio de luces del semáforo se inició en todos los casos cuando el vehículo se encontraba a tres segundos de alcanzar el semáforo (bajo el supuesto de velocidad constante). Considerando este hecho, es comprensible que la distancia a la que se encuentre un vehículo respecto al semáforo cuando se produce el cambio de luces del semáforo sea mayor cuanto mayor sea la velocidad a la que se aproxima el vehículo. En cualquier caso, el hecho es que los conductores parecen reaccionar a tiempo y resuelven bien el control de la velocidad y de la aceleración para lograr detener el vehículo adecuadamente.

Quizá el incremento de la velocidad podría estar reflejando, no un comportamiento compensatorio, sino una falta de conciencia situacional. Esta explicación sería consistente con otras que han sido propuestas para explicar la falta de comportamiento compensatorio en otros trabajos (Alm y Nilsson, 1995; Parkes y Hooijmeijer, 2000; Laamble, Kauranen, Laakso y Summala, 1999). Concretamente, se sostiene que los conductores podrían no ser conscientes del impacto del teléfono sobre su habilidad para reaccionar con rapidez, y por lo tanto no sintieron la necesidad de poner en marcha una estrategia compensatoria. Estudios como el de Parkes y Hooijmeijer (2000) apuntan que aunque los conductores afronten razonablemente bien el control del vehículo, la conversación provoca una disminución crítica en la conciencia situacional debida a las demandas cognitivas atribuibles a la conversación.

La falta de conciencia situacional podría responder en nuestro estudio, a una entrada deteriorada de la información provocada por el incremento de la carga cognitiva que el conductor experimenta al recibir una llamada y conversar con el manos libres. Se sabe que el flujo óptico participa en la estimación de la velocidad. A su vez, el flujo óptico depende de la información que se recibe de los elementos que se encuentran en la periferia del campo visual. La carga mental podría estar afectando a la atención deteriorando la detección de estímulos periféricos. En consecuencia, se experimentaría un estrechamiento del campo visual, por lo tanto, podríamos suponer que el conductor cuenta con menos claves que le ayuden a estimar adecuadamente la velocidad. Ante tales consideraciones, podríamos argumentar que la comunicación mediante manos libres tiene como consecuencia la pérdida de conciencia situacional, en tanto que el conductor está omitiendo información del entorno relevante (señales de tráfico, por ejemplo) y útil para la percepción del propio movimiento, provocando una percepción distorsionada de la velocidad. En este sentido, nuestros resultados apuntarían a una subestimación de la propia velocidad.

A pesar de que la situación de recepción de una llamada se correspondía con la situación de llamada y escucha de un mensaje de nuestros estudios anteriores, los resultados no fueron exactamente los mismos. Podría ser que el contenido de los mensajes empleados en el estudio actual tuviera algún efecto. Se ha descrito en la literatura que la naturaleza del contenido de los mensajes y/o de la conversación mantenida tiene un efecto (Recarte y Nunes, 2000, Patten et al, 2000). En nuestros estudios anteriores, el contenido de los mensajes hacía referencia explícita a la situación vial, por lo que podría haberse dado un efecto de alerta que se reflejara en el comportamiento exhibido que interpretamos como compensatorio. En el estudio actual, el contenido fue ajeno a la situación vial, por lo que parece verosímil pensar que los conductores perdieran la noción de la situación al involucrarse en la conversación. Conviene recordar, que el contenido de la conversación, que giraba en torno al establecimiento de una cita, requería “trasladarse mentalmente” en cuanto al espacio y al tiempo en tanto que requería repasar mentalmente la agenda y los huecos disponibles. Algunos trabajos han señalado que el perfil de las personas más expuestas a los posibles riesgos del móvil podría relacionarse con aspectos profesionales-laborales. Por lo que resultaría relevante estudiar los efectos de este tipo de contenido frecuente en conversaciones de tipo profesional frente a otros.

Aunque se pretendió lograr el máximo de naturalidad posible en la conversación mantenida, en muchos casos pudo resultar forzada, y no supuso el mismo esfuerzo para todos los participantes. La artificialidad de la situación y de la tarea de conducción no permite una extrapolación rigurosa de los resultados que aquí se exponen. No sólo por el contenido de la conversación, sino también por el conjunto de la situación. Aunque se han aportado la validez de los simuladores en este tipo de estudios está reconocida, no deja de tratarse de una situación artificial también en cuanto a lo alejada que es de la experiencia real de conducir.

Una de las limitaciones difíciles de remediar en la experimentación, como ya señalara Germain (1989), es la actitud diferente que las personas tienen cuando están en un laboratorio respecto a las situaciones naturales. Sin embargo, esto pone de manifiesto precisamente la complejidad del comportamiento humano, y es que tanto en un laboratorio como en carretera, las personas tienen sus propios intereses, motivaciones, valores y expectativas. Uno de los grandes inconvenientes del procedimiento seguido en el experimento llevado a cabo fue su duración y la

monotonía. Los requerimientos de aprendizaje por parte del participante alargaron considerablemente el experimento, y aunque se llevó a cabo en dos sesiones, no deja de ser un elemento a tener en cuenta. Es por este motivo que aunque los criterios de aprendizaje se mostrasen útiles, el coste del aprendizaje resulta elevado.

Los simuladores se han propuesto por razones de seguridad, de control experimental y de coste del equipamiento, como una muy buena solución en el estudio de la conducción. Aunque se han puesto de manifiesto la validez de los simuladores para el desarrollo de investigación de los efectos del teléfono móvil y la comparabilidad de las medidas con respecto a los estudios en carretera (Reed y Green, 1999), El trabajo con simuladores de conducción tiene también serios inconvenientes. Uno de los principales inconvenientes es la falta de feedback vestibular y táctil en el simulador que repercute en una pobreza de la validez para el mantenimiento del carril en simuladores de base fija como el utilizado en nuestro estudio. En la mayoría de simuladores las únicas claves de que se dispone para el feedback son visuales y de manera limitada auditivas. Una de las mayores implicaciones de la falta de feedback señalada revierte en el control del volante. En los simuladores las correcciones del ángulo del volante son más bruscas, así como el manejo de los pedales en ciertas circunstancias.

En nuestro estudio estos inconvenientes podrían estar reflejándose en el hecho de que el ángulo de giro del volante no resultase ser una buena medida para detectar efectos, y en el patrón de respuestas con los pedales. Por ejemplo, no todos los participantes emplearon el pedal de freno para detenerse sino que soltaron únicamente el pedal del acelerador. Por lo tanto, podemos afirmar que el uso de simuladores tiene unas consecuencias claras en el tipo de medidas empleadas para valorar el deterioro.

Ni la conversación ni la recepción de una llamada tuvo efectos sobre la posición. La conversación tuvo efectos sobre el ángulo de giro tan sólo al salir de la curva. Aunque estas medidas se han propuesto como adecuadas para valorar los efectos de la carga mental (Haigney y Westerman, 2001, Pollock y Cornejo, 2001), en otros muchos estudios no ha resultado ser suficientemente sensible (Alm y Nilsson, 1995, Lamble et al., 1999; Brookhuis y De Ward, 1994). También es posible que como señalan algunos autores (Alm y Nilsson, 1995, Parkes y Hooijmeijer, 2000), la dificultad de la tarea de conducción no fuera suficiente como para dar la oportunidad de que se mostraran los efectos del incremento de la carga mental como para provocar una interferencia suficiente en la tarea de conducción que se vea reflejada en tales medidas. De hecho, podría ser que tanto la conversación como los escenarios simulados no tuvieran la complejidad suficiente como para que se produjera interferencia.

Sería conveniente, por lo tanto, lograr una mayor complejidad en el diseño de los escenarios y en el contenido de la conversación. Para incrementar la complejidad del entorno vial, dos estrategias son posibles. La más sencilla consiste en introducir un mayor número de elementos en la configuración visual del entorno. Se han aportado evidencias que simplemente con un mayor número de vehículos circulando por el carril contrario (aunque no haya interacción con ellos) incrementan la complejidad del entorno, pues incorporan más elementos a valorar en la selección periférica de la información relevante (Crundall et al., 2002, Brookhuis y De Ward, 1994).

Dejando de lado las limitaciones en cuanto a generalización de los resultados y su extrapolación a situaciones reales, la principal limitación es la variabilidad que presentan las medidas que puede llegar a comprometer los resultados y que sobretodo afecta a la potencia de las pruebas estadísticas. Aún así, en este sentido los criterios de aprendizaje, propuestos para la selección de participantes, han permitido identificar dos grupos de conductores en función de dos patrones diferentes de respuesta ante la tarea de completar un circuito de entrenamiento. Estos criterios permitieron excluir personas cuyo estilo de conducción fue excesivamente arriesgado o por el contrario excesivamente prudente. Por lo tanto, la homogeneidad del grupo de conductores favoreció una menor variabilidad respecto a otros estudios.

Frente a la valoración positiva de estos criterios, es necesario poner de relieve que el proceso de selección en que se aplican conlleva un gran inconveniente: el coste. Éste contempla dos aspectos, por una parte requiere una preselección importante de participantes suficiente para asumir una exclusión numerosa y por otra, una dedicación de recursos temporales también muy importante. Enfocado desde una perspectiva positiva, este estudio permite poner de relieve la necesidad de unos criterios que han de ser empleados dentro de una estrategia de aprendizaje más eficaz y eficiente. Siguiendo las pautas seguidas en estudios realizados con el mismo modelo de simulador, una alternativa sería la aplicación de estrategias como el uso de circuitos con diferentes niveles de dificultad y como proporcionar un feedback que ayudara a las personas a consolidar pautas de conducción adecuadas al simulador y al entorno vial simulado. Estas estrategias serían fácilmente aplicables y podrían optimizar considerablemente el proceso de selección de participantes, asegurando un grupo más homogéneo de personas en cuanto a habilidades con el simulador.

Uno de los aspectos que hay que tener presente cuando se llevan a cabo estudios experimentales sobre conducción es que se acentúa el efecto del bajo riesgo percibido. Para algunos participantes podía resultar un juego y no implicarse en la tarea de conducción suficientemente. Al respecto, se suele puntualizar que aunque es evidente que los sujetos que participan en un estudio de simulador no están expuestos a ninguna situación de peligro real, se debe intentar instruir bien a los participantes para que conduzcan del modo más parecido a como lo hacen en situaciones reales (Alm y Nilsson, 1995; Haigney y Westerman, 2001). La experiencia de diferentes autores es que la mayoría de los conductores son capaces de ello. Este hecho pone de relieve al mismo tiempo, un fenómeno que se da también en las carreteras. La sensación de seguridad que algunos vehículos ofrecen llevan a la percepción de invulnerabilidad de los conductores y a un comportamiento más arriesgado. La percepción del uso de manos libres como poco peligroso o sin riesgos, es uno de los problemas principales de este dispositivo y que depende en gran medida de cómo los conductores sean instruidos e informados sobre el tema.

Por otro lado, aunque la conversación trataba de ser lo más natural posible, no dejaba de ser una situación artificial, que no puede extrapolarse completamente a situaciones de conversación real. Experimentalmente, poder proponer un tema que sea relevante para todas las personas y lograr que se impliquen en una conversación sobre él resulta difícil. Las conversaciones no fueron del todo comparables para todos los participantes y el nivel de implicación de éstos fue diferente. Quizá para futuras investigaciones sería interesante poder valorar el grado de implicación de los participantes en las conversaciones mediante un cuestionario u otra estrategia, y así poder identificar temas relevantes para cada persona. No obstante y a pesar de las limitaciones señaladas, este estudio representa uno de los escasos estudios que han

dedicado especial cuidado a la naturalidad y realismo de una conversación, suponiendo un gran avance respecto a los trabajos que utilizan tareas de contenido abstracto y/o de razonamiento. Y además, resulta novedoso en el sentido en que valora la comunicación contemplándola como un proceso que consta de diferentes momentos que implican diferentes niveles de riesgo. Lo cual fue posible gracias al diseño cuidado de los escenarios y de la programación precisa de la reproducción de los archivos.

En conclusión, consistentemente con otros estudios, la comunicación con manos libres tuvo consecuencias sobre la conducción. Éstas fueron diferentes en función de las demandas del entorno (de la situación vial) y del momento de la comunicación. Aunque las consecuencias sobre las medidas no son exactamente equiparables con las observadas en estudios anteriores, la recepción de una llamada y la escucha de mensajes continúan provocando alteraciones significativas en la conducción. Los resultados obtenidos en este estudio podrían estar apuntando hacia una pérdida de conciencia situacional fruto de la competencia de las demandas atencionales por parte de dos tareas correspondientes a dos modalidades sensoriales distintas.

En cuanto a los criterios de aprendizaje propuestos, éstos se presentan como un recurso útil en la selección de participantes para futuros estudios. El seguimiento del proceso de aprendizaje proporcionando un feedback podría resultar una alternativa efectiva para optimizar la selección de la muestra.

A partir de los resultados de este trabajo podemos defender que la comunicación telefónica provoca alteraciones en la conducción al menos en unas condiciones hasta cierto punto óptimas, como fue el caso de nuestro experimento. En éste el conductor tenía un buen control del simulador, era consciente de estar participando en un experimento de laboratorio, mantuvo una conversación relativamente sencilla y circuló por un entorno vial no demasiado complejo. Debemos destacar que los resultados obtenidos en este estudio se obtuvieron únicamente con el grupo de personas que superaron los criterios de aprendizaje. No sabemos de qué manera puede afectar el establecimiento y mantenimiento de una comunicación telefónica en el grupo de conductores que no superaron los criterios. No deberíamos olvidar que en la carretera circulan conductores buenos, malos, prudentes, arriesgados, expertos, noveles, etc. Circular por carretera requiere un estado adecuado psicofísico del conductor y de su atención. Las circunstancias viales son cambiantes y nunca sabemos cuándo puede surgir un acontecimiento inesperado. Partiendo de esta consideración, puede aventurarse que en la vida real las consecuencias pueden ser más severas e importantes. En la carretera, en situaciones reales la interacción del comportamiento del conductor con los otros elementos del entorno vial (factores ambientales y factores del vehículo) son cruciales, pues tanto pueden evitar un accidente como pueden provocarlo. Una infracción grave cometida por un conductor al teléfono que se despista, por ejemplo saltándose un semáforo, puede ser compensada por el resto de conductores. Éstos pueden reaccionar a tiempo ante la situación, evitar una colisión y advertir al conductor infractor con el claxon. Desgraciadamente, como indican las estadísticas y los datos anuales de accidentalidad, son todavía demasiadas las infracciones o imprudencias que no han podido ser compensadas por el resto de usuarios de una vía.

Las muertes y lesionados en carretera, siguen siendo una preocupación primordial de la sociedad en general. Este trabajo aporta evidencias de la peligrosidad del uso de manos libres, y del uso del móvil en general, y apunta a una posible explicación del porqué de su peligrosidad. Las conclusiones señaladas

ofrecen un punto de referencia para los profesionales de la seguridad vial a la hora de ofrecer pautas de conducta de uso de manos libres en las que instruir a los conductores. También, ofrece resultados que consolidan la idea de que hablar por teléfono es peligroso. Lo cual resulta ser un arma importante para argumentar a los conductores que deben abandonar creencias favorecedoras de una menor percepción del riesgo.

Si el factor humano causa el 90% de los accidentes y la distracción entre ellos tiene un papel principal, la clave para reducir los accidentes reside en la educación e instrucción de los conductores hacia una cultura de la seguridad y de la responsabilidad. Por este motivo, es crucial continuar con el estudio de los comportamientos ajenos a la conducción que pueden resultar una amenaza y de cuya peligrosidad los conductores no tienen conciencia. Por este motivo, es fundamental continuar dando respuesta a todas las cuestiones acerca de cómo y por qué dichos comportamientos son peligrosos. Esto es lo que permite inculcar pautas de conducción que hagan de nuestras ciudades y carreteras lugares por los que circular se cada vez más seguro.



## 6 REFERENCIAS

- Abdel-Aty, M. y Radwan, A. (2000). Modelling Traffic accident occurrence and involvement. *Accident Analysis and Prevention*, 32 (2), 633-642.
- Allen, R.W., Cook, M.L., Aponso, B.L. y Rosenthal (2004). Special issue review of a symposium on new directions in driving simulation research. *Advances Transportation Studies an international Journal*, Special Issue, 5-8.
- Alm, H. y Nilsson, L. (1995). The effects of a mobile telephone task on driver behavior in a car following situation. *Accident Analysis and Prevention*, 27 (5), 707-715.
- Alonso, F., Esteban, C., Calatayud, C., Montoro, L. y Alamar, B. (2004). Los jóvenes y el tráfico. Circunstancias culturales, sociales y psicológicas. Cuadernos de reflexión Attitudes, 5. Madrid: Attitudes.
- Astrain, I., Bernaus, J., Claverol, J., Escobar, A., y Godoy, P. (2003). Prevalencia del uso de teléfonos móviles durante la conducción de vehículos. *Gaceta sanitaria*, 17 (1), 66-9.
- Bagley, C. (1992). The urban setting of juvenile pedestrian injuries: A study of behavioural ecology and social disadvantage. *Accident Analysis and Prevention*, 24 (6), 673-678.
- Bernhoft, I.M. y Behrensdoerff, I. (2003). Effect of lowering the alcohol limit in Denmark. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 515-525.
- Bowditch, S.C. y Groeger, J.A. (2001). Driver distraction: A replication and extension of Brown, Tickner y Simmons (1969). En Department for Transport. *Behavioural research in road safety 2001 11<sup>th</sup>*. Descargado de [http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_rdsafety/documents/page/dft\\_rdsafety\\_504574.hcsp](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_504574.hcsp)
- Briem, V. y Hedman, L.R. (1995). Behavioural effects of mobile telephone use during simulated driving. *Ergonomics*, 38 (12), 2536-2562.
- Bullinge, H. y Dangelmaier, M. (2003). Virtual prototyping and testing of in-vehicle interfaces. *Ergonomics*, 46, 41-51.
- Castellà, J. y Pérez, J. (2004). Sensitivity to punishment and sensitivity to reward and traffic violations. *Accident Analysis and Prevention*, 36, 947- 952.
- Chapman, S. y Schofield, W.N. (1998). Lifesavers and Samaritans: emergency use of cellular (mobile) phones in Australia. *Accident Analysis and prevention*, 30 (6), 815-819.
- Cher, D.J., Mrad, R.J. y Kelsh, M. (1999). Cellular telephone use and fatal traffic collisions: a commentary. *Accident Analysis and prevention*, 31, 599.
- Clarke, D.D., Ward, P.J., Truman, W.A. (2001). Novice drivers' accident mechanisms: Sequences and countermeasures. *Behavioural research in road safety: eleventh seminar proceedings, 14. Department of transport UK*. Descargado el 7 de mayo de 2003 de [http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_rdsafety/documents/page/dft\\_rdsafety\\_504574-14.hcsp#P3749\\_35531](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_504574-14.hcsp#P3749_35531)
- Connor, V., Whitlock, G., Norton, R. y Jackson, R. (2001). The role of driver sleepiness in car crashes: A systematic review of epidemiological studies. *Accident Analysis and Prevention*, 33(1), 31-41.



- Consiglio, W., Driscoll, P., Witte, M. y Berg, W.P. (2003). Effect of cellular telephone conversation and other potential interference on reaction time in a braking response. *Accident Analysis and prevention*, 35, 495-500.
- Cooper, P.J., y Zheng, Y. (2002). Turning gap acceptance decision-making: the impact of driver distraction. *Journal of Safety Research*, 33, 321-335.
- Cooper, P.J., Zheng, Y., Richard, C., Vavrik, J., Heinrichs, B. y Siegmund, G. (2003). The impact of hands-free message reception/response on driving task performance. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 23-35.
- Corfistion, M.T. (1994). Tiredness and visual reaction time among young male night time drivers: A roadside survey. *Accident Analysis and Prevention*, 26(15), 617-624.
- Costa, M. y López, E. (1996)(reimpresión?2000). *Educación para la salud. Una estrategia para cambiar los estilos de vida*. Madrid: Pirámide.
- Crudall, D., Underwood, G. y Chapman, P. (2002). Attending to peripheral world while driving. *Applied Cognitive Ppsychology*, 16, 459-475.
- Crundall, D. y Underwood, G. (1998). Effects of experience and processing demands on visual information acquisition in drivers. *Ergonomics*, 41, 448-458.
- De Jong, M.J. (2003). Cellular telephone use while driving: growing awareness of the danger. *Journal of Emergency Nursering*, 29, 578-581.
- DGT (2003). Ministerio de Interior. *Campaña de vigilancia del teléfono móvil: El uso del teléfono móvil multiplica por 6 el riesgo de provocar un accidente*. Descargado de <http://www.mir.es> el 17 de septiembre de 2003.
- DGT (1999). *Anuario de accidentes 1998*. Madrid: Ministerio Interior. Secretaría General Técnica.
- DGT (2000). *Anuario de accidentes 1999*. Madrid: Ministerio Interior. Secretaría General Técnica.
- DGT (2001). *Anuario de accidentes 2000*. Madrid: Ministerio Interior. Secretaría General Técnica.
- DGT (2002). *Anuario de accidentes 2001*. Madrid: Ministerio Interior. Secretaría General Técnica.
- Doherty ST, Andrey JC, y MacGregor C. (1995). The situational risk of young drivers: The influence of passengers, time of day and day of week on accident rates. *Accident Analysis and Prevention*, 30,45-52.
- Eby, D.W., y Vivoda, J.M. (2003). Driver hand-held mobile pone use and safety belt use. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 893-895.
- Elmundo.es (2003). El 79% de los españoles tiene un móvil frente al 62% de EEUU. Descargado de <http://www.elmundo.es/elmundo/2002/08/20/economia/1029834934.html> El 12 de febrero de 2003
- Germain, J. (1989). El psicólogo y la seguridad vial. En F. Tortosa, L. Montoro y E. Carbonell (eds.). *Psicología y seguridad vial.60 años de historia*.Zaragoza: Asociación española de centros privados de reconocimientos médicos y psicotécnicos para el permiso de conducir. pp 367-424.
- Golden, C., Golden, C.J. y Schneider, B. (2003). Cell phone use and visual attention. *Perceptual and motor skills*, 9, 385-389.

- Goodman, M.J., Bents, F., Tijerina, L. Wierwille, W.W. Lerner, N.A. Benel, D., 1997. *An investigation of the safety implications of wireless communications in vehicles*. Report No. DOT HS 808-635. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Descargado el 24 de marzo de 2000 de <http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury/research/wireless/>
- Gugerty, L., Rakauskas, M. y Brooks, J. (2004). Effects of remote and in-person verbal interactions on verbalization rates and attention to dynamic spatial scenes. *Accident analysis and prevention*, 36, 1029-1043.
- Horwood, L.V. y Fergusson, D.M. (2000). Drink driving and traffic accidents in young people. *Accident Analysis and Prevention*, 32(6), 805-814.
- Haigney, D. y Westerman, S.J. (2001). Mobile (cellular) phone use and driving: a critical review of research methodology. *Ergonomics*, 44 (2), 132-143.
- Hancock, P.A., Lesch, M. y Simmons, L. (2003). The distraction effects of phone use during a crucial driving maneuver. *Accident Analysis and prevention*, 35, 501-514.
- Handy, T.C., Soltani, M. y Mangun, G.R. (2001). Perceptual load and visuocortical processing: Event-related sensory-level selection. *Psychological Science*, 12(3), 213-219.
- Hill, J. (2001). On-the-spot research: Investigating Human, highway and engineering factors in accidents. *Behavioural research in road safety: eleventh seminar proceedings, 16. Department of transport UK*. Descargado el 7 de mayo de 2003 de [http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft\\_rdsafety/documents/page/dft\\_rdsafety\\_504574-16.hcsp#P4265\\_437598](http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_rdsafety/documents/page/dft_rdsafety_504574-16.hcsp#P4265_437598)
- Horberry, T., Hartley, L., Gobetti, F., Walker, F., Johnson, B., Gersbach, S. y Ludlow, J. (2004). Speed choice by drivers: the issue of driving too slowly. *Ergonomics*, 47, 14, 1561-1570.
- Instituto de investigación sobre reparación de vehículos (1999). *Factores de distracción en la conducción*. Zaragoza: Centro Zaragoza.
- Intras (2002). La accidentalidad en España. Descargado de [http://webintras.uv.es/infoo\\_pag/Quehacemos/Espana/Actualidad/Spain.htm](http://webintras.uv.es/infoo_pag/Quehacemos/Espana/Actualidad/Spain.htm) el 19 de septiembre de 2003.
- Irwin, M.; Fitzgerald, C. y Berg, W. (2000). Effect of the intensity of wireless telephone conversations on reaction time in a breaking response. *Perceptual and motor skills*, 90, 1130-1134.
- Izverniceanu, I. (2003). *Los conductores se confiesan: conducir mal multiplica por tres el riesgo de accidentarse*. Descargado de <http://www.ocu.org/map/show/6651/src/52181.htm> el 18 de septiembre de 2003.
- Jolicoeur, P. (1999). Dual task interference and visual encoding. *Journal of experimental psychology: Human Perception and Performance*, 25 (3), 596-616.
- Kantowitz, B. H., Hanowski, R. H., & Tijerina, L. (1996). Simulator evaluation of heavy-vehicle driver workload II: complex secondary tasks. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 40th Annual Meeting*, pp. 877 - 881.
- Kweon, Y. y Kockelman, K.M. (2003). Overall injury risk to different drivers: combining exposure, frequency and severity models. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 441- 450.
- Laapotti, S y Kaskinen, E. (1998). Differences in fatal loss of control accidents between young males and females drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30 (4), 435-442.

- Laberge-Nadeau, C., Maag, U., Bellavance, F., Lapierre, S.D., Desjardins, D., Messier, S. Y Saïdi, A. (2003). Wireless telephones and the risk of road crashes. *Accident Analysis and prevention*, 35, 649-660.
- Lam, L.T. (2002). Distractions and the risk of car injury: The effect of drivers' age. *Journal of safety research*, 33, 411-419.
- Lamble, D., Kauranen, T., Laakso, M. y Summala, H. (1999). Cognitive Load and Detection thresholds in a car following situations: safety implications for using mobile (cellular) telephones while driving. *Accident Analysis and prevention*, 31, 617-623.
- Lamble, D., Rajalin, S. y Summala, H. (2002). Mobile phone use while driving: public opinions restrictions. *Transportation*, 29, 223- 236.
- Lee, J.D., Caven, B., Haake, S. y Brown, T.L. (2000). Speech-based interaction with in-vehicle computers: the effect of speech-based e-mail on driver's attention to the roadway. Internet forum on Driver distraction. NHTSA.
- Lesch, M.F. y Hancock, P.A. (2004). Driving performance during concurrent cell-phone use: are drivers aware of their performance decrements?. *Accident Analysis and prevention*, 36, 471-480.
- Lillo, J. (1995). Percepción visual y conducción. En L. Montoro, E.J. Carbonell, J. Sanmartín y F.M. Tortosa (Ed.). *Seguridad vial. Del factor humano a las nuevas tecnologías*. (pp 361-372). Madrid: Síntesis.
- Liu, Y. (2001). Comparative study of the effects of auditory, visual and multimodality displays on driver's performance in advanced traveller information systems. *Ergonomics*, 44 (4), 425-442.
- Liu, Y. (2003). Effects of Taiwan in-vehicle cellular audio phone system on driving performance. *Safety science*, 41, 531-442.
- Longo, M.C., Hunter, C.E., Lokan, R.J., White, J.M. y White, M.A. (2000<sup>a</sup>). The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability: Part I: The prevalence of drug use in drive the drug-positive group. *Accident Analysis and Prevention*, 32 (5), 613-622.
- Longo, M.C., Hunter, C.E., Lokan, R.J., White, J.M. y White, M.A. (2000<sup>b</sup>). The prevalence of alcohol, cannabinoids, benzodiazepines and stimulants amongst injured drivers and their role in driver culpability: Part II: The relationship between drug prevalence and drug concentration, and driver culpability. *Accident Analysis and Prevention*, 32 (5), 623-632.
- Lourens, P., Vissers, J. y Jessurun, M. (1999). Annual Mileage, driving violations, and accident involvement in relation to driver's sex, age, and level education. *Accidente Analysis and Prevention*, 34 (5), 539-597.
- Maclure, M., Mittleman, M. A. (1997). Cautions about Car Telephones and Collisions. *The New England Journal of Medicine* 336, 501-502.
- Matthews, R., Legg, S. y Charlton, S. (2003). The effect of cell phone type on drivers subjective workload during concurrent driving and conversing. *Accident Analysis and prevention*, 35, 451-457.
- Mazzae, E.N., Ranney, T.A., Watson, G.S. y Wightman, J.A. (2004). Hand-held or hands-free? The effects of wireless phone interface type on phone task performance and driver preference.

- McCartt, A.T., Braver, R., Geary, L. (2003). Driver's use of handheld cell phones before and after New York State's cell phone law. *Preventive Medicine*, 36, 629-635.
- McCarley, J. S., Vais, M., Pringle, H., Kramer, A. F., Irwin, D. E., y Strayer, D. L. (2001). Conversation disrupts visual scanning of traffic scenes. Paper presented at Vision in Vehicles, Australia. [http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/ViV\\_2001.pdf](http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/ViV_2001.pdf)
- McKnight, A.J. y McKnight, A.S. (1993). The effect of cellular phone use upon driver attention. *Accident Analysis and Prevention*, 31, 259-265.
- Megía, M.J., Morales, M.M. y Nájera, E. (1995). Epidemiología de los accidentes de tráfico en España. En L. Montoro, E.J. Carbonell, J. Sanmartín y F.M. Tortosa (Ed.). *Seguridad vial. Del factor humano a las nuevas tecnologías*. (29-50). Madrid: Síntesis.
- Ministerio del Interior (2003). Campaña de vigilancia de uso del teléfono móvil. Descargado de <http://www.dgt.es> el 17 de septiembre de 2003.
- Montoro, L. (2001). Estrategias para la prevención de los Accidentes de Tráfico. Jornadas en Universidad de Zaragoza.
- Montoro, L. (2003). Incidencia del uso del teléfono móvil en la seguridad vial. Descargado de [http://webintras.uv.es/publi\\_pag/traficourbano.pdf](http://webintras.uv.es/publi_pag/traficourbano.pdf) el 10 de noviembre de 2003.
- Montoro, L., Alonso, F., Estevan, C. y Toledo, F. (2000). *Manual de seguridad vial: el factor humano*. Barcelona: Ariel.
- Montoro, L., Carbonell, E., Sanmartín, R. y Torotosa, F. (1995). Percepción por los usuarios de los factores de seguridad y de riesgo en la autopista. *Anuario de Psicología*, 65, 59-82.
- Montoro, L., Carbonell, E., Tortosa, F. y Sanmartín, J. (1996). Temas de seguridad vial. *Pautas de conducta: informe sobre aspectos desconocidos de la seguridad vial*. Madrid: Editorial BMW. Descargado de <http://webintras.uves/frame.htm> el 3 de octubre de 2003.
- Mounce, N.H. y Pendleton, O.J. (1992). The relationship between blood alcohol concentration and crash responsibility for fatally injured drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 24(2), 201-210.
- OCU (2003). Así somos al volante. Los conductores se confiesan. *Ocu-Compra Maestra*, 274, 22-26.
- OMS. (2003). La seguridad vial no es accidental. Boletín de la OMS sobre seguridad vial. Descargado de [http://www.who.int/world-health-day/2004/en/newsletter\\_nov\\_03\\_es.pdf](http://www.who.int/world-health-day/2004/en/newsletter_nov_03_es.pdf) el 2 de febrero de 2004
- Organización Mundial de la Salud (2003a). La seguridad vial no es accidental. Día Mundial de la Salud 2004. *Boletín de la OMS sobre seguridad vial*, 1. Descargado el 2 de febrero de 2004 de: [http://www.who.int/world-health-day/2004/en/newsletter\\_nov\\_03\\_es.pdf](http://www.who.int/world-health-day/2004/en/newsletter_nov_03_es.pdf)
- Parkes, A. y Hooijemer, V. (2000). The influence of the use of mobile phones on driver situation awareness. Descargado de: <http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/departments/nrd-13/driver-distraction/PDF/2PDF> el 3 Mayo de 2004.
- Pashler, H. (1994). Dual-task interference in simple task: Data and theory. *Psychological Bulletin*, 112(2) 220-224.
- Patten, C.J.D., Kircher, A., Östlund, J. y Nilsson, L. (2004). Using mobile telephones: cognitive workload and attention resource allocation. *Accident Analysis and prevention*, 36, 341-350.

- Pollock, D. y Cornejo, M.C. (2001). La atención en la conducción: una revisión de los índices de ejecución en la conducción medidos en simulador que son sensibles a factores atencionales. En C. Méndez, D. Ponte, L. Jiménez y M.J. Sanpedro (Eds.) *La atención (Vol. II). Un enfoque pluridisciplinar*. Valencia: Promolibro.
- Pomplun, M., Reingold, E.M. y Shen, J. (2001). Investigating the visual span in comparative search: the effects of task difficulty and divided attention. *Cognition*, 81, B57-B67.
- Quinlan, K.P. (1997). Commentary on cellular telephones and traffic accidents. *The New England Journal of Medicine* 337, 127-129
- Rakauskas, M.E., Gugerty, L.J., y Ward, N.J. (2004). Effects of naturalistic cell phone conversations on driving performance. *Journal of safety research*, 35, 453-464.
- Ranney, T., Mazzae, E. Garrot, R. y Godman, M.J. (2000). NHTSA Driver distraction research: past, present and future. National Highway Traffic Safety Administration,
- Ranney, T., Watson, G.S., Mazzae, E.N., Papelis, Y.E. y Wighhtman, J.R. (2004). *Examination of the distraction effects of wireless phone interfaces using the national advanced driving simulator-preliminary report on freeway pilot study*. National Highway Traffic Safety Administration, Report No.DOT809 37.
- Recarte, M.A. y Nunes, L.M. (2000). Effects of Verbal and Spatial-Imagery task on eye fixations while driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 6 (1), 31-43.
- Recarte, M.A. y Nunes, L.M. (2003). Mental workload while driving: Effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9 (2), 119-137.
- Redelmeier, D.A. y Tibshirani, R.J. (1997). Association between cellular telephones calls and motor vehicle collisions. *The New England Journal of Medicine*, 336 (7), 453-458.
- Reed, M.P. y Green, P.A. (1999). Comparison of driving performance on-road and in a low-cost simulator using a concurrent telephone dialling task. *Ergonomics*, 42 (8), 1015-1037.
- Response Insurance (2003). Cell phones are tip of iceberg of driving distractions. Nacional survey finds. Online Auto Insurance News. Descargado de el 25 de febrero de 2005. [http://www.response.com/about\\_response/press\\_releases/cell\\_phones](http://www.response.com/about_response/press_releases/cell_phones)
- Riba, M.D., Doval, E., Solé y Viladrich, M.C. (2002). *Interferencia del móvil en las respuestas de conducción*. Informe elaborado para el Real Automóvil Club de Cataluña.
- Royal, D. (2003). *National Survey of Distracted and Drowsy Driving Attitudes and Behaviors: 2002, Volume 1 - Findings Report* (NHTSA Research Note, DOT HS 809 566). Washington, DC: U.S. Department of Transportation, National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Descargado el 9 de octubre de 2004 de [http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury/drowsy\\_driving1/survey-distractive03/index.htm](http://www.nhtsa.dot.gov/people/injury/drowsy_driving1/survey-distractive03/index.htm) (The Gallup Organization, Washington, DC)
- Rumar (1990). The basic driver error: late detection. *Ergonomics*, 33, 10/11, 1281-1290.
- Salvucci, D.D., y Macuga, K.L. (2000). Predicting the effects of cellular-phone dialing on driver performance. *Cognitive Systems Research*, 3, 95-102.
- Stevens, A. y Minton, R. (2001). In-vehicle distraction and fatal accidents in England and Wales. *Accident Analysis and Prevention*, 33, 539-545.

- Strayer, D. L. y Drews, F. A. (2003). Effects of cell phone conversations on younger and older drivers. In the *Proceedings of the 47nd Annual Meeting of the Human Factors and Erconomics Society* (pp.1860-1864). Descargado el 12 de marzo de 2003 de <http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/Aging.pdf>
- Strayer, D. L., Drews, F. A. y Johnston, W. A. (2003). Cell phone induced failures of visual attention during simulated driving. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 9, 23-23. Descargado el 12 de marzo de 2003 [http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/JEP\\_Applied.pdf](http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/JEP_Applied.pdf)
- Strayer, D. L., Drews, F. A., Albert, R. W., y Johnston, W. A. (2001). Cell phone induced perceptual impairments during simulated driving. In D. V. McGehee, J. D. Lee, & M. Rizzo (Eds.) *Driving Assessment 2001: International Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training, and Vehicle Design*. Descargado del 12 de marzo de 2003 de <http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/DrivingSymposium.pdf>
- Strayer, D. L., Drews, F. A., Albert, R.W. y Johnston, W. A. (2002). Why do cell phone conversations interfere with driving? *Proceedings of the 81st Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, DC. Descargado el 12 de marzo de 2003 de <http://www.psych.utah.edu/AppliedCognitionLab/TRB1.pdf>
- Strayer, D.L. y Johnston, W. (2001). Driven to distraction: Dual-task studies of simulated driving conversing on cellular telephone. *Psychological Science*, 12 (6), 462-466.
- Summala, H. y Mikkola, T. (1994). Fatal accidents among car and truck drivers: effects of fatigue, age, and alcohol consumption. *Human Factors* 36, 315-326.
- Taylor, D.M., Bennett, D.M., Carter, M. y Garewal, D. (2003). Mobile telephone use among Melbourne drivers: a preventable exposure to injure risk. *The Medical Journal of Australia*, 179, 140-142.
- Tokunaga, R., Hagiwara, T., Kagayas, S. y Onodera, Y. (2000) Effects of conversation trough a cellular telephone while driving on driver reaction time and subjective mental workload. *Transportation Research Board, 79<sup>th</sup> Annual Meeting*. Paper No.00-1480.
- Tortosa, F., Montoro, L. y Carbonell, E. (1989). *Psicología y Seguridad Vial en España. 60 años de Historia*. Asociación Española de centros privados de reconocimientos médicos y psicotécnicos para el permiso de conducir: Zaragoza.
- Unión Internacional de telecomunicaciones. *Los usuarios de telefonía móvil se duplican desde 2000*. Descargado de <http://www.laflecha.net/canales/moviles/200412092/> el 20 de septiembre de 2004.
- United Nations (2003). Global road safety crisis. *Report of the Secretary-General*. A/58/228. Descargado el 2 de febrero de 2004 de [http://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/unintentional\\_injuries/road\\_traffic/en/UN%General%Assembly.pdf](http://www.who.int/violence_injury_prevention/unintentional_injuries/road_traffic/en/UN%General%Assembly.pdf)
- Violanti, J.M. y Marshall, J.R. (1996). Cellular phones and traffic accident: an epidemiological approach. *Accident Analysis and Prevention*, 28 (2), 265-270.
- Violanti, J.M., (1998). Cellular phones and fatal traffic collisions. *Accident Analysis and prevention*, 30 (4), 519-524.
- Vollrath, M., Meilinger, T. y Krüger, H. (2002). How the presence of passengers influences the risk of a collision with another vehicle. *Accident Analysis and Prevention*, 34, 649-654.

- Wahlberg, A.E. (2003). Some methodological deficiencies in studies on traffic accident predictors. *Accident Analysis and Prevention*, 35, 473-486.
- Waugh, J., Glumm, M., Kilduff, P., Tauson, R., Smyth, C., and Pillalamarri, R. (2000). Cognitive workload while driving and talking on a cellular phone or to a passenger. *In Proceedings of the IEA 2000/HFES 2000 Congress*. Santa Monica, CA: Human Factors and Ergonomics Society (HFES).
- Wikman, A., Nieminen, T. Y Sumala H. (1998). Driving experience and time-sharing during incar tasks on roads of different with. *Ergonomics*, 41 (3), 358-372.
- Zador, P.L. Krawchuck, S.A. y Voas, R.B. (2000). Alcohol-related relative risk of drivers fatalities and driver involvement in fatal crashes un relation to driver age and gener: An update using 1996 data. *Journal of Studies Alcohol*, 61(3), 387-395.

## **7 ANEXOS**





## **7.1 Cuestionarios**



## CONDUCCIÓN CON SIMULADOR

UAB – 2004

*Antes de recorrer el circuito te agradeceríamos que respondieras a las siguientes cuestiones. Los datos que nos facilites son anónimos. En los casos en que proceda, marca tu respuesta con una X:*

**Fecha de nacimiento:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**Sexo:**           Mujer ☐                   Hombre ☐

**Fecha de obtención del permiso de conducción:** \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### HÁBITOS DE CONDUCCIÓN

---

**¿Tienes habitualmente un coche a tu disposición?**   Sí ☐           No ☐

**¿Con qué frecuencia utilizas el coche?**

A diario ☐

Entre 2 y 4 días a la semana ☐

Sólo los fines de semana ☐

Ocasionalmente ☐

**¿Cuántos kilómetros sueles hacer cada día que utilizas el coche?** \_\_\_\_\_

**¿Qué promedio de kilómetros sueles hacer a la semana?** \_\_\_\_\_

**Aproximadamente, ¿Cuántos kilómetros llevas recorridos hasta ahora?:**

Menos de 10.000 km ☐

Entre 10.000 y 50.000 km ☐

Entre 50.000km y 100.000 km ☐

Entre 100.000 y 500.000 km ☐

Más de 500.000 km ☐

**¿Por qué tipo de vía sueles circular con más frecuencia?**

- Urbana ☐
- Interurbana ☐
- Ambas por igual ☐

## INCIDENCIAS

---

¿Has tenido algún accidente como acompañante?

No ☐ Sí ☐ ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

¿Has tenido algún accidente como conductor?

No ☐ Sí ☐ ¿Cuántos? \_\_\_\_\_

De éstos:

¿Cuántos han sido *golpes sin importancia*? \_\_\_\_\_

¿Cuántos han sido *más graves*? \_\_\_\_\_

¿Te han multado alguna vez?

No ☐ Sí ☐ Indica el importe de multa más elevado: \_\_\_\_\_

Indica el motivo de dicha multa: \_\_\_\_\_

## EXPERIENCIA EN CONDUCCIÓN SIMULADA

---

¿Cuántas veces has simulado conducir con los siguientes aparatos?

	Ninguna	Alguna vez	Bastantes veces	Muchas veces
Un simulador de conducción (por ejemplo, en la autoescuela)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Máquinas recreativas y/o videojuegos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Otros:	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## HÁBITOS DURANTE LA CONDUCCIÓN

UAB – 2004

*El cuestionario que te proponemos a continuación es de carácter anónimo, por lo que te rogamos que contestes con sinceridad a las preguntas formuladas. En los casos en que proceda, marca tu respuesta con una X :*

### USO DE DISPOSITIVOS DE TELEFONÍA MÓVIL

---

1. ¿Tienes móvil? No ☐ Sí ☐

2. Principalmente, ¿Para qué tipo de asuntos lo utilizas?

Personales ☐

Laborales ☐

Ambos por igual ☐

Uso un móvil para asuntos laborales y otro para asuntos personales ☐

3. ¿Tienes algún tipo de dispositivo de manos libres?

No ☐ ¿Tienes pensado adquirir uno en los próximos 6 meses? No ☐  
Sí ☐

Sí ☐ Indica sus características (en el caso de que las que te proponemos no se ajusten al sistema que utilices o quieras matizar alguna característica, por favor indícanoslo en el recuadro de observaciones que se te presenta al final):

Consiste en un cable que comunica el teléfono con un **auricular** y un **micrófono** que se puede colocar en la ropa. ☐

Posee una conexión para la **antena exterior**, un **micrófono** para instalar en el automóvil y un **altavoz**; el móvil se coloca en un soporte especial. ☐

Consiste en una conexión eléctrica **permanente** al coche, una **antena exterior**, un **micrófono**, un **altavoz** y una conexión con la **radio** para cortar automáticamente su sonido cuando se recibe una llamada. ☐

La radio del coche posee una función de teléfono que se activa al introducir la tarjeta SIM. Se trata de un **autoradio** con **antena exterior**, un **micrófono**, un **mando** a distancia en el volante y un funcionamiento de **reconocimiento de voz**. ☐

**\*\*Observaciones:**

**4. Al subir al coche cuando vas a conducir, respecto a lo qué haces con el móvil que usas habitualmente, indica la frecuencia con la que:**

(En el caso de que las que quieras matizar tu respuesta o hacer alguna indicación que consideras importante, puedes hacerlo en el recuadro de *observaciones* que se te presenta al final.)

	Siempre	Casi siempre	A menudo	Pocas veces	Nunca	Sólo si... (indica cuándo)
Lo dejas encendido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lo dejas desconectado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lo dejas silenciado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lo conectas a un sistema de manos libres (o se activa sólo)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

**\*\*Observaciones:**

**5. ¿En los últimos 3 meses, con qué frecuencia has realizado llamadas con el móvil mientras conducías?**

Ninguna vez	Algunas veces	Bastantes veces	Muchas veces
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**6. ¿En los últimos 3 meses, con qué frecuencia has recibido llamadas con el móvil mientras conducías?**

Ninguna vez	Algunas veces	Bastantes veces	Muchas veces
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**7. En el caso de haber hablado por teléfono durante la conducción, ¿Cuánto ha durado aproximadamente la conversación más larga que has mantenido? \_\_\_\_:\_\_\_\_(min : seg)**

**Muchas gracias por tu colaboración.**

## ***7.2 Archivos programación circuitos y escenarios***



-1, Circuito\_01SC.evt última versión 29/03/04

# METRIC

-1, C I R C U I T O 1  
(Semaforos/Curvas/Semaforo/Curva)

-1, Línea Base Semáforos

-1, SEMÁFORO R1

600,PDE,curva\_dcha\_01.pde,.008

900,PDE,semaforo\_00.pde,3,2,3,0,-2

800,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,90,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
1200,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,10,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, peatones

700,PED,495,3,2,-5,L,3

700,PED,494,3,2,-5,L,4

-1, registro de variables

1050,BSAV,0,2.399,semafR1a,1,6,2,4,7,11,12,13,18

1100,ESAV

1100,BSAV,0,2.399,semafR1b,1,6,2,4,7,11,12,13,18

1150,ESAV

1150,BSAV,0,2.399,semafR1c,1,6,2,4,7,11,12,13,18

1190,ESAV

1190,BSAV,0,2.399,semafR1d,1,6,2,4,7,11,12,13,18

1230,ESAV

-1, SEMÁFORO R2

1800,PDE,curva\_dcha\_00.pde,.008

2100,PDE,semaforo\_00.pde,3,2,3,0,-10

1300,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
2000,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
2400,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, registro de variables

2250,BSAV,0,2.399,semaforoR2a,1,6,2,4,7,11,12,13,18

2300,ESAV

2300,BSAV,0,2.399,semaforoR2b,1,6,2,4,7,11,12,13,18

2350,ESAV

2350,BSAV,0,2.399,semaforoR2c,1,6,2,4,7,11,12,13,18

2390,ESAV

2390,BSAV,0,2.399,semaforoR2d,1,6,2,4,7,11,12,13,18

2430,ESAV

```

-1,          Escenario "Llamada" (semáforo)

-1, SEMÁFORO R3

4000,PDE,curva_dcha_00.pde,.008

4260,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds

4300,PDE,semaforo_00.pde,3,2,3,0,-10

3700,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
4200,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
4600,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1 Llamada

4500,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\trucada.WAV
4550,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\PROBANDO.WAV
-1, registro de variables

4450,BSAV,0,2.399,semaforoR3a,1,6,2,4,7,11,12,13,18
4500,ESAV
4500,BSAV,0,2.399,semaforoR3b,1,6,2,4,7,11,12,13,18
4550,ESAV
4550,BSAV,0,2.399,semaforoR3c,1,6,2,4,7,11,12,13,18
4590,ESAV
4590,BSAV,0,2.399,semaforoR3d,1,6,2,4,7,11,12,13,18
4630,ESAV

-1,          Linea Base Curvas

-1, CURVA R1

5600,PDE,curva_dcha_00.pde,.01

-1, registro de variables

5800,BSAV,0,4.8999,curvaR1a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
5900,ESAV
5900,BSAV,0,4.8999,curvaR1b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
5950,ESAV
5950,BSAV,0,4.8999,curvaR1c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
6000,ESAV
6000,BSAV,0,4.8999,curvaR1d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
6100,ESAV

5700,ROAD,5,3,1,3,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, CURVA R2

6500,PDE,curva_dcha_00.pde,.01

-1, registro de variables

6700,BSAV,0,4.8999,curvaR2a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
6800,ESAV
6800,BSAV,0,4.8999,curvaR2b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
6850,ESAV
6850,BSAV,0,4.8999,curvaR2c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

```

```

6900,ESAV
6900,BSAV,0,4.8999,curvaR2d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
7000,ESAV

6500,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
7000,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1,          Escenario "Conversación" (Curva + Semáforo + Curva)

-1, CURVA R3

8000,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Narrows.3ds
8100,PDE,curva_dcha_00.pde,.01

8200,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1 Llamada

8400,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\trucada.WAV
8450,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\INICIO_CONVERSA.WAV

-1,          INICIO DE LA CONVERSACIÓN

-1, registro de variables

8300,BSAV,0,4.8999,curvaR3a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
8400,ESAV
8400,BSAV,0,4.8999,curvaR3b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
8450,ESAV
8450,BSAV,0,4.8999,curvaR3a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
8500,ESAV
8500,BSAV,0,4.8999,curvaR3c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
8600,ESAV

-1, SEMÁFORO R4 conversación

8750,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed_120.3ds,1

9400,PDE,curva_dcha_00.pde,.008

9700,PDE,semaforo_00.pde,3,2,3,0,-10

-1, registro de variables

9850,BSAV,0,2.399,semaforoR4a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
9900,ESAV
9900,BSAV,0,2.399,semaforoR4b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
9950,ESAV
9950,BSAV,0,2.399,semaforoR4c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
9990,ESAV
9990,BSAV,0,2.399,semaforoR4d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
10030,ESAV

-1, peatones

9500,PED,495,3,2,-5,L,3

```

```

9500,PED,494,3,2,-5,L,4

9900,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
10400,ROAD,5,3,1,3,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-
5,10,0
11000,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, CURVA R4 conversación

11000,PDE,curva_dcha_00.pde,.01

11000,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
11500,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, registro de variables

11200,BSAV,0,4.8999,curvaR4a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11300,ESAV
11300,BSAV,0,4.8999,curvaR4b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11350,ESAV
11350,BSAV,0,4.8999,curvaR4c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11400,ESAV
11400,BSAV,0,4.8999,curvaR4d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11500,ESAV

-1 ELEMENTOS ADICIONALES DEL CIRCUITO

0,TREE,50,10,0,50,70
0,PDE,edificios_01.pde
0,PDE,vehiculos_01.pde

-1, SEMAFOROS EN VERDE

-1, semaforo V1

0,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,10,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
0,SL,-200,10,4,2,2,-10,2,1
2,BLCK,190.7,0,-4.3,.1,8.7,0,.3,16
5,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_SigAhead.3ds,1
10,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds
50,SIGN,100,130,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds
200,I,0,0,1

200,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,10,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
300,ROAD,5,3,2,4,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
350,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\Signs\Narrows.3ds

-1, semaforo V2

2500,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_LCurve.3ds,1
2600,C,150,200,200,150,-.001

3300,PDE,semaforo_00.pde,10,4,2,2,-10

3300,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
2800,ROAD,5,3,1,3,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
3600,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

```

-1, CURVAS HACIA LA IZQUIERDA

-1, curva Izda1

4900,PDE,curva\_izda\_00.pde,100

4700,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

5300,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

4810,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds

4860,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds

5000,I,0,0,2

-1, curva Izda2

7500,PDE,curva\_izda\_00.pde,100

7500,ROAD,5,3,2,4,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

7100,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_120.3ds,1

-1, INTERSECCIONES

6000,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

6200,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_120.3ds,1

6210,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds

6400,I,0,0,2

11750,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

11900,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_120.3ds,1

11910,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds

12100,I,0,0,1

12100,CT,0,2,0,0,L,1,0

12200,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_50.3ds,1

12400,PDE,conos\_00.pde

-1, Circuito\_SC.evt última versión 29/03/04

-1, Circuito\_02CS.evt última versión 29/03/04

# METRIC

-1, C I R C U I T O 2  
(Curvas/Semaforos/Curva/Semaforo)

-1, Linea Base Curvas

-1, CURVA R1

800,PDE,curva\_dcha\_00.pde,.01

-1, registro de variables

1000,BSAV,0,4.8999,curvaR1a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

1100,ESAV

1100,BSAV,0,4.8999,curvaR1b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

1150,ESAV

1150,BSAV,0,4.8999,curvaR1c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

1200,ESAV

1200,BSAV,0,4.8999,curvaR1d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

1300,ESAV

700,ROAD,5,3,1,3,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, CURVA R2

1700,PDE,curva\_dcha\_00.pde,.01

-1, registro de variables

1900,BSAV,0,4.8999,curvaR2a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

2000,ESAV

2000,BSAV,0,4.8999,curvaR2b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

2050,ESAV

2050,BSAV,0,4.8999,curvaR2c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

2100,ESAV

2100,BSAV,0,4.8999,curvaR2d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

2200,ESAV

1900,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, Escenario "Llamada" (curva)

-1, CURVA R3

3300,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Narrows.3ds

3400,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_90.3ds,1

3400,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_RCurve.3ds,1

3500,C,100,100,100,100,.01

-1 Llamada

3600,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\trucada.WAV

3650,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\PROBANDO.WAV

-1, registro de variables

3500,BSAV,0,4.8999,curvaR3a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18

3600,ESAV

3600,BSAV,0,4.8999,curvaR3b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18



3650,ESAV  
 3650,BSAV,0,4.8999,curvaR3a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18  
 3700,ESAV  
 3700,BSAV,0,4.8999,curvaR3c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18  
 3800,ESAV  
  
 3500,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
  
 -1, Linea Base Semaforo  
  
 -1, SEMAFORO R1  
  
 4450,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Narrows.3ds,1  
  
 4600,PDE,curva\_dcha\_01.pde,.008  
 4900,PDE,semaforo\_00.pde,3,2,3,0,-10  
  
 -1, registro de variables  
  
 5050,BSAV,0,2.399,semafR1a,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 5100,ESAV  
 5100,BSAV,0,2.399,semafR1b,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 5150,ESAV  
 5150,BSAV,0,2.399,semafR1c,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 5190,ESAV  
 5190,BSAV,0,2.399,semafR1d,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 5230,ESAV  
  
 -1, peatones  
  
 4700,PED,495,3,2,-5,L,3  
 4700,PED,494,3,2,-5,L,4  
  
 4300,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,20,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
 4300,ROAD,5,3,2,4,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
 4800,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,20,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
 5200,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,10,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
  
  
 -1, SEMAFORO R2  
  
 5800,PDE,curva\_dcha\_00.pde,.008  
  
 6100,PDE,semaforo\_00.pde,3,2,3,0,-10  
  
 -1, registro de variables  
  
 6250,BSAV,0,2.399,semaforoR2a,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 6300,ESAV  
 6300,BSAV,0,2.399,semaforoR2b,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 6350,ESAV  
 6350,BSAV,0,2.399,semaforoR2c,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 6390,ESAV  
 6390,BSAV,0,2.399,semaforoR2d,1,6,2,4,7,11,12,13,18  
 6430,ESAV  
  
 5300,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
 6000,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
 6400,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

```

-1,          Escenario "Conversación" (Semaforo + Curva + Semaforo  )

-1, SEMAFORO R3

8000,PDE,curva_dcha_00.pde,.008
8300,PDE,semaforo_00.pde,3,2,3,0,-10

-1 Llamada

8500,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\trucada.WAV
8550,PR,C:\WINNT\Profiles\stisim\Desktop\INICIO_CONVERSA.WAV

-1, registro de variables

8450,BSAV,0,2.399,semaforoR3a,1,6,2,4,7,11,12,13,18
8500,ESAV
8500,BSAV,0,2.399,semaforoR3b,1,6,2,4,7,11,12,13,18
8550,ESAV
8550,BSAV,0,2.399,semaforoR3c,1,6,2,4,7,11,12,13,18
8590,ESAV
8590,BSAV,0,2.399,semaforoR3d,1,6,2,4,7,11,12,13,18
8630,ESAV

8200,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
8600,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, CURVA R4

9600,PDE,curva_dcha_00.pde,.01

-1, registro de variables

9800,BSAV,0,4.8999,curvaR2a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
9900,ESAV
9900,BSAV,0,4.8999,curvaR2b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
9950,ESAV
9950,BSAV,0,4.8999,curvaR2c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
10000,ESAV
10000,BSAV,0,4.8999,curvaR2d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
10000,ESAV

9600,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
10100,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, SEMÁFORO R4 conversación

10250,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed_120.3ds,1

10900,PDE,curva_dcha_00.pde,.008

11200,PDE,semaforo_00.pde,3,2,3,0,-10

-1, registro de variables

11350,BSAV,0,2.399,semaforoR4a,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11400,ESAV
11400,BSAV,0,2.399,semaforoR4b,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11450,ESAV
11450,BSAV,0,2.399,semaforoR4c,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11490,ESAV

```

```

11490,BSAV,0,2.399,semaforoR4d,1,6,2,4,7,11,12,13,15,18
11530,ESAV

-1 ELEMENTOS ADICIONALES DEL CIRCUITO

0,TREE,50,10,0,50,70
0,PDE,edificios_02.pde
0,PDE,vehiculos_02.pde

-1, CURVAS HACIA LA IZQUIERDA

-1, curva Izda1

100,PDE,curva_izda_00.pde,100

-1, curva Izda2

2700,PDE,curva_izda_00.pde,150

2900,ROAD,5,3,2,4,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, SEMAFOROS EN VERDE

-1, semaforo V1

3900,PDE,semaforo_00.pde,10,4,2,2,-10,

3900,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed_120.3ds,1

4200,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,10,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
4100,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,10,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, semaforo V2

6500,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_LCurve.3ds,1
6600,C,150,200,200,150,-.001

7300,PDE,semaforo_00.pde,10,4,2,2,-10

6500,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
6600,ROAD,5,3,1,3,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
7500,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
7600,ROAD,5,2,1,3,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
7700,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

-1, INTERSECCIONES

10,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds
10,SIGN,100,160,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds
200,I,0,0,2

0,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0
300,ROAD,5,2,1,4,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0

1400,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed_120.3ds,1
1410,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds
1460,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E_Xintahed.3ds
1600,I,0,0,2

```

1400,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
 2300,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_120.3ds,1  
 2400,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,0,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-5,10,0  
  
 11750,ROAD,5,2,1,1,.5,10,10,.333,.333,100,-1,-1,0,6,0,6,-5,10,-  
 5,10,0  
 11900,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_120.3ds,1  
 11910,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds  
 12100,I,0,0,1  
 12100,CT,0,2,0,0,L,1,0  
  
 12200,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_50.3ds,1  
  
 12400,PDE,conos\_00.pde  
  
  
 -1,                      Circuito\_02CS.evt    última versión 29/03/04

-1, conos\_00.pde última versión 21/03/04

-1, CONOS FINAL DEL CIRCUITO

0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,-1,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,-2,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,-3,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,-4,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,1,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,2,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,3,1,0  
0,BARL,100,0,0,0,0,0,0,0,4,1,0

-1, conos\_00.pde última versión 21/03/04

-1, curva\_dcha\_00.pde última versión 03/03/04

-1, C U R V A (derecha)  
-1,

-1, CURVA

0,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_90.3ds,1  
100,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Rcurve.3ds,1  
200,C,100,100,100,100,@1

-1, curva\_dcha.pde última versión 03/03/04



-1, curva\_dcha\_01.pde última versión 06/03/04

-1, C U R V A (derecha)  
-1,

-1, CURVA

0,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_90.3ds,1  
175,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Rcurve.3ds,1  
200,C,100,100,100,100,@1

-1, curva\_dcha\_01.pde última versión 06/03/04

-1, curva\_izda\_00.pde última versión 06/03/04

-1, C U R V A

-1, CURVA IZDA

0,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_100.3ds,1  
100,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Lcurve.3ds,1  
200,C,@1,100,100,@1,-.008

-1, curva\_izda\_00.pde última versión 06/03/04

-1, edificios\_01.pde última versión 27/03/04

-1, EDIFICIOS

600,BLDG,550,20,5  
600,BLDG,550,20,3  
1500,BLDG,550,-30,3  
1800,BLDG,550,30,5  
1800,BLDG,550,-20,2  
1800,BLDG,550,20,9  
1900,BLDG,550,20,1  
1900,BLDG,550,-10,13  
2000,BLDG,550,-30,4  
2000,BLDG,550,20,1  
4000,BLDG,550,20,2  
4000,BLDG,550,-20,3  
4100,BLDG,550,30,1  
4100,BLDG,550,-30,4  
4400,BLDG,550,20,2  
4400,BLDG,550,-20,3  
4500,BLDG,550,30,5  
4500,BLDG,550,-30,4  
5600,BLDG,550,20,2  
5600,BLDG,550,-20,5  
5700,BLDG,550,30,1  
5700,BLDG,550,-30,4  
6600,BLDG,550,20,2  
6600,BLDG,550,-20,3  
6700,BLDG,550,30,4  
6700,BLDG,550,-30,4  
8000,BLDG,550,20,2  
8000,BLDG,550,-20,2  
8100,BLDG,550,30,1  
8100,BLDG,550,-30,5  
9000,BLDG,250,5,13  
9000,BLDG,250,-5,13  
9500,BLDG,550,20,2  
9500,BLDG,550,-20,3  
10000,BLDG,550,-30,4  
10700,BLDG,550,30,1  
10700,BLDG,550,-30,4  
11100,BLDG,550,20,2  
11100,BLDG,550,-20,3

-1, edificios\_01.pde última versión 27/03/04

-1, edificios\_02.pde última versión 03/03/04

-1, EDIFICIOS

1000,BLDG,550,20,5  
1100,BLDG,550,20,3  
1900,BLDG,550,30,5  
2000,BLDG,550,20,1  
2000,BLDG,550,-30,4  
2100,BLDG,550,20,2  
2100,BLDG,550,-30,3  
3200,BLDG,550,20,9  
3500,BLDG,550,-20,13  
3600,BLDG,550,20,1  
3600,BLDG,550,-30,5  
3700,BLDG,550,20,2  
3700,BLDG,550,-30,3  
3750,BLDG,550,-30,4  
5200,BLDG,550,5,13  
5500,BLDG,550,-20,9  
6900,BLDG,550,-40,3  
7000,BLDG,550,20,5  
7200,BLDG,550,30,1  
8500,BLDG,550,40,2  
8700,BLDG,550,-40,4  
9000,BLDG,250,5,13  
9000,BLDG,250,-5,13  
10000,BLDG,550,30,1  
10100,BLDG,550,40,2  
10100,BLDG,550,-40,4  
10700,BLDG,550,40,2  
10700,BLDG,550,-40,4  
11000,BLDG,550,20,5  
11000,BLDG,550,-20,3

-1, edificios\_02.pde última versión 03/03/04



-1, semaforo\_00.pde última versión 06/03/04

-1, S E M A F O R O (rojo)

-1, SEMAFORO

0,SL,-300,@1,@2,@3,@4,@5,2,1  
100,BLCK,190.7,0,-4.3,.1,8.7,0,.3,16  
100,SIGN,100,100,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_SigAhead.3ds,1  
110,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds  
160,SIGN,100,110,C:\STISIM\Data\EuroSigns\E\_Xintahed.3ds  
300,SIGN,100,300,C:\STISIM\Data\EuroSigns\Speed\_120.3ds,1  
300,I,0,0,1

-1, semaforo\_00.pde última versión 06/03/04

-1, vehiculos\_01.pde última versión 27/03/04

-1, VEHÍCULOS EN SENTIDO CONTRARIO

250,A,50,500,-2,8

300,A,50,400,-2,7  
350,A,50,400,-2,6  
750,A,\*10,500,-2,6  
800,A,\*10,500,-2,3  
825,A,\*10,500,-2,1  
875,A,\*10,500,-2,6  
1250,A,\*10,500,-2,1  
1300,A,\*10,500,-2,2  
1350,A,\*10,500,-2,3  
1950,A,\*10,500,-2,5  
2000,A,\*10,500,-2,2  
2025,A,\*10,500,-2,4  
2075,A,\*10,500,-2,1  
2450,A,\*10,500,-2,3  
2450,A,\*10,500,-2,6  
2500,A,\*10,500,-2,5  
2550,A,\*10,500,-2,4  
2650,A,\*10,500,-2,2  
2650,A,\*-10,500,-8,8  
2700,A,\*10,500,-2,3  
2725,A,\*10,500,-2,4  
2725,A,\*-10,500,-8,7  
2825,A,\*10,500,-2,5  
2825,A,\*-10,500,-8,6  
3550,A,\*10,500,-2,5  
3600,A,\*10,500,-2,4  
3650,A,\*10,500,-2,6  
3700,A,\*10,500,-2,5  
3750,A,\*10,500,-2,4  
4150,A,\*10,500,-2,2  
4200,A,\*10,500,-2,3  
4225,A,\*10,500,-2,4  
4250,A,\*10,500,-2,6  
4275,A,\*10,500,-2,5  
4650,A,\*10,500,-2,1  
4700,A,\*10,500,-2,2  
4750,A,\*10,500,-2,3  
4900,A,50,500,-2,8  
5150,A,50,400,-2,7  
5300,A,\*10,500,-2,3  
5325,A,\*10,500,-2,1  
5350,A,50,400,-2,6  
5375,A,\*10,500,-2,6  
5450,A,50,500,-2,8  
5600,A,50,400,-2,7  
6000,A,50,400,-2,7  
6150,A,50,400,-2,6  
6350,A,50,500,-2,8  
6450,A,\*10,500,-2,5  
6500,A,\*10,500,-2,2  
6500,A,50,400,-2,7  
6525,A,\*10,500,-2,4  
6575,A,\*10,500,-2,1  
6750,A,50,400,-2,6  
6950,A,50,500,-2,8  
7100,A,50,400,-2,7  
7350,A,50,400,-2,6  
7450,A,\*10,500,-2,1  
7500,A,\*10,500,-2,5  
7525,A,\*10,500,-2,1  
7550,A,50,500,-2,8

7575,A,\*10,500,-2,6  
 7700,A,50,400,-2,7  
 7850,A,50,400,-2,6  
 8000,A,50,500,-2,8  
 8200,A,50,400,-2,7  
 8450,A,50,400,-2,6  
 8600,A,50,500,-2,8  
 8700,A,50,400,-2,7  
 8850,A,50,400,-2,6  
 9000,A,\*10,500,-2,2  
 9025,A,\*10,500,-2,4  
 9075,A,\*10,500,-2,1  
 9450,A,\*10,500,-2,3  
 9450,A,\*10,500,-2,6  
 9500,A,\*10,500,-2,1  
 9500,A,\*10,500,-2,5  
 9550,A,\*10,500,-2,2  
 9550,A,\*10,500,-2,4  
 9650,A,\*10,500,-2,2  
 10050,A,50,400,-2,7  
 10050,A,50,400,-2,8  
 11050,A,\*10,500,-2,4  
 11050,A,\*10,500,-2,2  
 11550,A,\*10,500,-2,4  
 11650,A,\*10,500,-2,2

-1,           VEHÍCULOS MISMO SENTIDO

10,V,-20,360,\*0,1,\*1~8,6,\*5,-20,3,-2,\*0,-20,3  
 10,V,-20,470,\*0,1,\*1~8,6,\*5,-20,3,-4,\*0,-20,3  
 10,V,-20,580,\*0,1,\*1~8,6,\*5,-20,3,-6,\*0,-20,3  
 10,V,-20,670,\*5,1,3,5,\*0,20,4  
 1000,V,\*0,200,\*0,1,1,5,\*0,20,4  
 1000,V,\*0,300,\*0,1,2,10,\*0,20,4  
 1000,V,\*0,400,\*0,1,3,15,\*0,20,4  
 1000,V,\*0,500,\*0,1,4,20,\*0,20,4  
 1200,V,30,-200,\*0,1,1,6,\*-5,30,3,-1,\*0,20,2  
 3000,V,30,-200,\*0,1,2,6,\*-5,30,3,-1,\*0,20,2  
 5800,V,30,-200,\*0,1,2,3,\*-5,30,3,-1,\*0,20,2  
 7000,V,-20,360,\*0,1,\*1~8,6,\*5,-20,3,-2,\*0,-20,3  
 7000,V,-20,470,\*0,1,\*1~8,6,\*5,-20,3,-4,\*0,-20,3  
 7000,V,-20,580,\*0,1,\*1~8,6,\*5,-20,3,-6,\*0,-20,3  
 7000,V,-20,670,\*5,1,4,5,\*0,20,4  
 10000,V,\*0,200,\*0,1,1,5,\*0,20,4  
 10000,V,\*0,300,\*0,1,2,10,\*0,20,4  
 10000,V,\*0,400,\*0,1,3,15,\*0,20,4  
 10000,V,\*0,500,\*0,1,4,20,\*0,20,4  
 10800,V,\*0,300,\*0,1,2,10,\*0,20,4  
 10800,V,\*0,400,\*0,1,3,15,\*0,20,4

-1,   vehiculos\_01.pde última versión 27/03/04

-1,   NOTAS:

-1,Parámetros:

-1, A (Approaching vehicle):

```

-1,          1.Velocidad "*" velocidad respecto a la velocidad del
conductor
-1,          si "*" aparece como primer caracter el parámetro
toma el valor
-1,          del parametro y le añade la velocidad del
conductor.
-1,          2.Distance longitudinal de distancia con el conductor
cuando aparece el
-1,          vehículo por primera vez.
-1,          3.Posición lateral respecto línea divisoria de la
carretera / "*" respecto
-1,          al conductor.
-1,          4.Modelo de vehículo
-1,          5-9.Conducta del vehículo.
-1,

```

```

-1, vehiculos_01.pde última versión 27/03/04

```

-1, vehiculos\_02.pde última versión 03/03/04

-1, VEHÍCULOS EN SENTIDO CONTRARIO

50,A,50,50,-2,8  
60,A,50,100,-2,7  
70,A,50,100,-2,6  
80,A,50,100,-2,5  
90,A,50,100,-2,4  
100,A,50,500,-2,1  
350,A,50,400,-2,2  
450,A,\*10,500,-2,6  
500,A,\*10,500,-2,3  
525,A,\*10,500,-2,1  
550,A,50,400,-2,3  
575,A,\*10,500,-2,6  
650,A,50,500,-2,5  
800,A,50,400,-2,4  
800,A,40,400,-5,7  
900,A,40,400,-5,8  
950,A,50,500,-2,5  
1000,A,40,400,-5,7  
1075,A,40,400,-5,6  
1200,A,50,400,-2,4  
1350,A,50,400,-2,3  
1550,A,50,500,-2,2  
1700,A,50,400,-2,1  
1850,A,\*10,500,-2,5  
1900,A,\*10,500,-2,2  
1925,A,\*10,500,-2,4  
1950,A,50,400,-2,4  
1975,A,\*10,500,-2,1  
2150,A,50,500,-2,1  
2300,A,50,400,-2,7  
2450,A,\*10,500,-2,6  
2500,A,\*10,500,-2,5  
2550,A,50,400,-2,2  
2550,A,\*10,500,-2,4  
2750,A,50,500,-2,8  
2850,A,\*10,500,-2,1  
2900,A,\*10,500,-2,5  
2900,A,50,400,-2,4  
2925,A,\*10,500,-2,1  
2975,A,\*10,500,-2,6  
3050,A,50,400,-2,6  
3300,A,50,500,-2,8  
3500,A,50,400,-2,3  
3750,A,50,400,-2,2  
3900,A,50,500,-2,1  
4000,A,50,400,-2,7  
4150,A,50,400,-2,6  
4250,A,50,500,-2,8  
4300,A,50,400,-2,7  
4350,A,50,400,-2,6  
4750,A,\*10,500,-2,6  
4800,A,\*10,500,-2,3  
4825,A,\*10,500,-2,1  
4875,A,\*10,500,-2,6  
5250,A,\*10,500,-2,1  
5300,A,\*10,500,-2,2  
5350,A,\*10,500,-2,3  
5950,A,\*10,500,-2,5  
6000,A,\*10,500,-2,2  
6025,A,\*10,500,-2,4  
6075,A,\*10,500,-2,1



6450,A,\*10,500,-2,3  
 6500,A,\*10,500,-2,1  
 6500,A,\*10,500,-2,5  
 6550,A,\*10,500,-2,2  
 6550,A,\*-10,500,-8,8  
 6550,A,\*10,500,-2,2  
 6550,A,\*10,500,-2,5  
 6600,A,\*10,500,-2,5  
 6600,A,\*-10,500,-8,7  
 6625,A,\*10,500,-2,1  
 6625,A,\*-10,500,-8,8  
 6675,A,\*10,500,-2,6  
 6675,A,\*-10,500,-8,6  
 7600,A,\*10,500,-2,4  
 7650,A,\*10,500,-2,6  
 7700,A,\*10,500,-2,5  
 7750,A,\*10,500,-2,4  
 8150,A,\*10,500,-2,2  
 8200,A,\*10,500,-2,3  
 8225,A,\*10,500,-2,4  
 8275,A,\*10,500,-2,5  
 8650,A,\*10,500,-2,1  
 8700,A,\*10,500,-2,2  
 8750,A,\*10,500,-2,3  
 9600,A,50,500,-2,8  
 9800,A,50,500,-2,1  
 10050,A,50,400,-2,6  
 10200,A,50,400,-2,3  
 10300,A,50,400,-2,2  
 10450,A,50,500,-2,1  
 10550,A,50,400,-2,7  
 10600,A,50,400,-2,6  
 10650,A,50,500,-2,8  
 10700,A,50,400,-2,7  
 10750,A,50,400,-2,6  
 11150,A,\*10,500,-2,6

-1,           VEHÍCULOS MISMO SENTIDO  
 1400,V,/30,-200,\*0,1,3,6,\*-5,/30,3,.5,\*0,/20,2  
 2400,V,/ -20,460,\*0,1,\*1~8,6,\*5,/ -20,2,-4,\*0,/ -20,3  
 2400,V,/ -20,560,\*0,1,\*1~8,6,\*5,/ -20,2,-6,\*0,/ -20,3  
 2400,V,/ -20,660,\*5,1,5,5,\*0,/20,4  
 2450,V,/ -20,360,\*0,1,\*1~8,6,\*5,/ -20,2,-2,\*0,/ -20,3  
 3940,V,/ -20,360,\*0,1,\*1~8,6,\*5,/ -20,3,-2,\*0,/ -20,3  
 3940,V,/ -20,460,\*0,1,\*1~8,6,\*5,/ -20,3,-6,\*0,/ -20,3  
 3940,V,/ -20,560,\*0,1,\*1~8,6,\*5,/ -20,3,-2,\*0,/ -20,3  
 3940,V,/ -20,660,\*5,1,2,5,\*0,/20,4  
 5800,V,\*0,200,\*0,1,1  
 5800,V,\*0,300,\*0,1,2  
 5800,V,\*0,400,\*0,1,3  
 5800,V,\*0,500,\*0,1,4  
 6900,V,/30,-200,\*0,1,4,6,\*-5,/30,3,-1,\*0,/20,2  
 7900,V,/30,-200,\*0,1,5,6,\*-5,/30,3,-1,\*0,/20,2  
 10800,V,\*0,300,\*0,1,2  
 10800,V,\*0,400,\*0,1,3

-1,   vehiculos\_02.pde última versión 03/03/04