

Los Peligros de la Velocidad Excesiva en las Carreteras*

IRWIN D. J. BROSS

Si no fuera porque, en 1956, los fabricantes de automóviles empezaron a instalar un nuevo tipo de cerradura en las puertas de los vehículos, el número de accidentes mortales en Estados Unidos, en 1961, habría aumentado en 800. Las nuevas cerraduras resolvieron el problema de que se abrieran las puertas en ciertos accidentes. De esta manera, los ocupantes, en vez de ser lanzados del vehículo, con un elevado riesgo de lesión mortal, permanecían dentro, con un riesgo de muerte mucho menor. Los estudios científicos del Programa de Investigaciones de Lesiones por Accidentes de Automóvil (Automotive Crash Injury Research Program—ACIR), de la Universidad de Cornell, Nueva York, permiten hacer una evaluación bastante exacta del número de vidas que se salvaron gracias a la introducción de las nuevas cerraduras (1). También se pudo determinar que estas cerraduras sólo eran eficaces en un 33 %. En consecuencia, se modificaron de nuevo las cerraduras de la mayoría de los automóviles estadounidenses. Con el tiempo, estas modificaciones, al parecer de importancia secundaria, del diseño de un artículo de cerrajería, permitirán evitar unas 5.000 muertes al año por accidentes de carretera (2). Si se utilizaran totalmente los conocimientos científicos adquiridos en los últimos diez años, probablemente se reduciría a la mitad la cifra de estos accidentes en los próximos diez años (3).

Así pues, lo primero que hay que hacer es aplicar los hallazgos científicos al diseño y construcción de automóviles de Estados Unidos. Los fabricantes de automóviles son los que toman las decisiones finales en cuanto a la cerradura de seguridad que se va a ins-

talar en los vehículos, en la cadena de montaje. La seguridad no es el único punto que hay que tener en cuenta, puesto que el automóvil es un producto que ha de competir para ser aceptado por el consumidor. En lo que se refiere a las cerraduras, a veces estas decisiones mejoran la seguridad del producto. En otros casos, las decisiones relativas al diseño han contribuido a aumentar el número de accidentes de carretera.

La demora en la aplicación práctica de los conocimientos científicos sobre los accidentes de carretera contribuye a que ocurran innecesariamente 15.000 muertes anuales en las carreteras de Estados Unidos. Las velocidades extremas han costado muchas vidas y causado invalidez y sufrimientos. Sin embargo, el estudio científico de los accidentes de carretera relacionados con las grandes velocidades podría dar resultados tan positivos como los derivados del estudio de las cerraduras de las puertas.

Los accidentes por velocidades extremas

La esencia del problema de la velocidad es el accidente en que por lo menos un vehículo va a una velocidad mayor de 70 millas (112 Km.) por hora, es decir, accidentes debidos a gran velocidad. Esto se debe a varias razones principales. Con los accesorios existentes, tales como cinturones de seguridad y tableros de instrumentos almohadillados, los ocupantes del vehículo quedan bastante bien protegidos contra lesiones mortales en accidentes de vehículos a velocidades que no excedan de 45 millas (72 Km.) por hora. Desgraciadamente, estos accesorios no son todavía de uso común. Hay ciertas circuns-

Director de Bioestadística del Roswell Park Memorial Institute, Buffalo, N. Y., Estados Unidos.

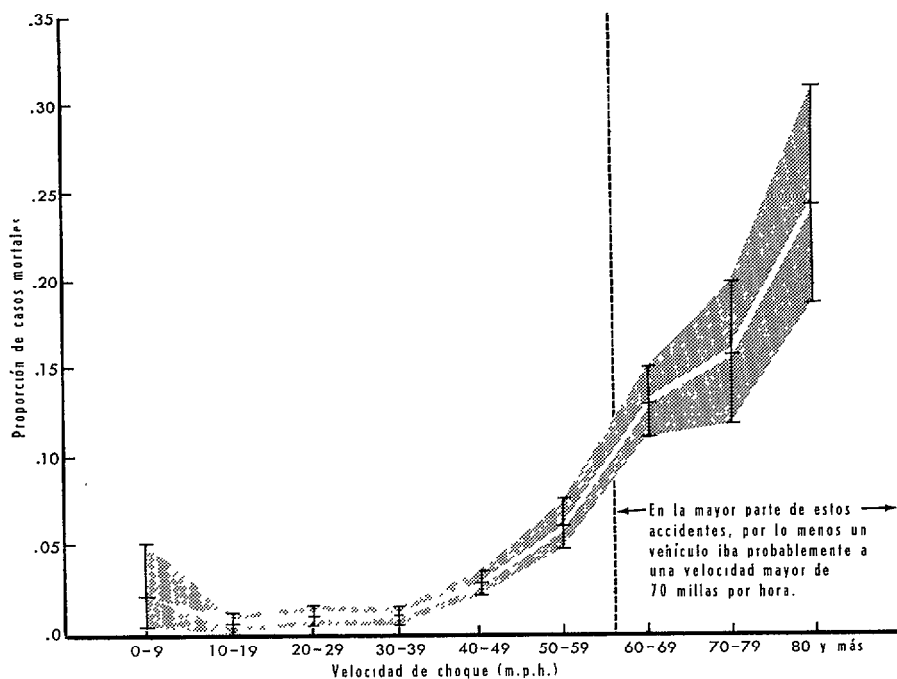
* Publicado en inglés en *Public Health Reports*, Vol. 78, No. 1, 1963.

tancias especiales, tales como los accidentes en que un automóvil penetra en el compartimiento de pasajeros de otro (choque de flanco), que resultan peligrosos aun a poca velocidad. Sin embargo, en la mayoría de los casos, si la velocidad es reducida, los ocupantes pueden protegerse. Cuando la velocidad oscila entre 45 y 70 millas por hora, la protección es menor, pero el empleo de accesorios de seguridad puede disminuir el riesgo de lesiones. En cambio, en accidentes de vehículos a extrema velocidad, los accesorios de seguridad resultan ineficaces porque el compartimiento de pasajeros tiende a ser "inhabitable". A velocidades de hasta 70 millas por hora (salvo en casos tales como el choque de flanco), el compartimiento de pasajeros no suele desbaratarse.

Las velocidades extremas son la causa de una considerable proporción de muertes por accidentes de carretera. En una muestra del ACIR, de 14.198 ocupantes de automóviles que sufrieron accidentes causantes de le-

siones, el accidente fue fatal a 590. De estas defunciones, 291, o sea, aproximadamente la mitad, resultaron de accidentes de automóviles a extrema velocidad. El elevado número de víctimas de las velocidades extremas es debido a dos peligros distintos. En primer lugar, el automóvil que corre a una extrema velocidad tiene más probabilidades de un accidente con lesionados que el que transita a menor velocidad. En segundo lugar, si se produce un accidente, los ocupantes del vehículo tienen más probabilidades de morir. En la Fig. 1 se indican los hechos relativos a ese segundo riesgo. El peligro de muerte aumenta marcadamente al alcanzar los automóviles velocidades extremas. Por razones de carácter técnico, en la Fig. 1 se utiliza la "velocidad de choque aplicable". La velocidad a que corre el vehículo suele ser unas 10 millas (16 Km.) mayor que la velocidad de choque, porque, por lo general, siempre se frena o maniobra un poco antes del choque. El riesgo de muerte se duplica o triplica

Figura 1 —Riesgos de muerte de los ocupantes de vehículos que chocan, según su velocidad, en accidentes rurales en que ocurren lesiones.



cuando la velocidad excede del límite "legal" —50-59 millas (80-94 Km.) por hora. La parte sombreada de la Fig. 1 indica el intervalo de confianza en los riesgos calculados.

Los datos del ACIR no permiten estimar con exactitud el riesgo de sufrir un accidente. La dificultad estriba en que los vehículos no entran en la muestra a menos que hayan sufrido accidentes que causan lesiones. Por consiguiente, se desconoce la velocidad de los demás vehículos en la corriente del tránsito. Los datos del ACIR revelan que el 14% de los ocupantes de vehículos envueltos en accidentes mientras iban a velocidad extrema, representa la mitad de las defunciones comprendidas en la muestra. Otras consideraciones sugieren que la proporción de personas que viajan a velocidades extremas podrá ser una tercera parte, aproximadamente, de la cifra del 14%, o sea, un 5%. De ello se deduce que cuando se viaja a velocidades extremas, el riesgo de accidente aumenta por lo menos al doble. Y es posible que este riesgo sea 3 ó 4 veces mayor que el que se corre a velocidades moderadas.

El peligro de muerte es, en términos generales, producto de los dos riesgos mencionados. De ahí que la extrema velocidad multiplique al menos por cuatro el riesgo de muerte. Así pues, se plantea la siguiente cuestión: Si los vehículos pueden circular relativamente sin peligro a una velocidad de 60 millas (90 Km.) por hora, ¿por qué un 20 ó 30% más de velocidad produce un aumento tan radical de los riesgos?

Cómo ocurren los accidentes

La consabida respuesta de los expertos en seguridad y de los que escriben sobre el tema, ha consistido en culpar a los conductores "alocados". Los numerosos estudios de esta cuestión han aportado muy pocas pruebas, o ninguna, en el sentido de que los conductores que van a velocidades extremas sean más "alocados" que otros conductores. De todos modos, no existen pruebas psicológicas a las que pueda someterse un grupo de

automovilistas para identificar a los que sufrirán accidentes el próximo año.

En la búsqueda de los rasgos ocultos de la personalidad o de los motivos a que se deben los accidentes del tránsito por carretera, se ha pasado por alto una explicación simple y concreta: que el conductor se comporta normalmente, pero las circunstancias son tales que la conducta normal provoca serias dificultades. Para comprender este punto hay que tener en cuenta que el conductor forma parte de un sistema mayor, en el que están incluidos también el vehículo y el ambiente de la carretera. Y son las interacciones o interrelaciones de los elementos que componen el sistema, y no estos elementos aislados, los que rigen los acontecimientos en accidentes de vehículos a extrema velocidad.

Tomemos como ejemplo el caso de un conductor típico: un hombre de mediana edad que conduce un automóvil estándar, de categoría media, por un trecho recto de carretera rural de dos vías. En lo que va a ocurrirle, los motivos o los rasgos de la personalidad de este conductor serán mucho menos importantes que sus hábitos de conducta. Como muchos norteamericanos, el conductor pasa la mayor parte del tiempo en un medio urbanizado. A fuerza de conducir día tras día en ese medio, casi siempre a poca velocidad, ha ido adquiriendo unos hábitos profundamente arraigados. A juzgar por los estudios de accidentes aéreos, cabe predecir que, en una situación de urgencia, volverá a estos hábitos bien arraigados.

Supongamos que al subir una ligera cuesta, a la velocidad de 40 millas (64 Km.) por hora, el conductor ve, un poco más adelante unos escombros en la carretera. Para evitarlos maniobra de la manera acostumbrada para pasar a la vía de la izquierda. Puesto que el firme y el peralte de la carretera son distintos de los de las calles de la ciudad a que está acostumbrado el conductor, se encuentra que va hacia la cuneta. Al llegar a este punto, automáticamente empieza a maniobrar para no salirse de la carretera y para volver a su vía y proseguir el viaje. El

conductor ha actuado normalmente, el automóvil ha actuado también normalmente y, si bien había peligros en la carretera, éstos son una característica normal de medio. Lo anormal sería la ausencia completa de esos peligros.

Ahora bien, supongamos que la velocidad hubiera sido de 80 millas (128 Km.) por hora. El conductor se encuentra en una situación apremiante, pero partamos de la base de que no se asusta y que sigue su costumbre habitual de conducir. En una maniobra evasiva a alta velocidad entran en juego grandes fuerzas de aceleración. El simple hecho de doblar la velocidad no duplica estas fuerzas sino que las cuadruplica. Esta elemental ley de física desempeña un importante papel en los acontecimientos subsiguientes.

Las grandes fuerzas de aceleración ejercen en las características de manejo del automóvil un efecto decisivo que raras veces se aprecia. Por ejemplo, en un automóvil norteamericano de tipo estándar, cuando las fuerzas de aceleración son bajas la dirección del vehículo es decididamente menos sensible, dura. Este punto se entenderá mejor imaginando que el automóvil es conducido por una pista circular de pruebas. Con la dirección neutral, determinada posición del volante permitirá al conductor dar vueltas por la pista sin mover el volante de esa posición neutral. Con un vehículo de dirección dura, si el conductor hubiera colocado el volante en posición neutral, habría tenido que girar un poco más para no salirse de la pista. Con un vehículo de dirección sensible, si el conductor hubiera vuelto a la posición neutral habría tenido que girar al revés para mantener el vehículo en la carretera. Casi todos los ingenieros prefieren la dirección dura a la sensible. Sin embargo, un conductor puede adquirir hábitos que le permitan manejar el vehículo satisfactoriamente a pesar de que tenga una dirección muy sensible (aunque los hábitos serían, hasta cierto punto, opuestos a los adquiridos en el caso de dirección dura). El punto crucial es el siguiente: cuando aumentan las fuerzas

de aceleración, el vehículo de dirección dura estándar cambia sus características de manejo en el sentido de dirección sensible (3).

Facilidad de manejo

¿Cuál es el efecto de un cambio de las características de dirección de un vehículo en una maniobra evasiva en circunstancias de grandes fuerzas de aceleración? Los hábitos de dirigir el volante, apropiados a las características acostumbradas de dirección del vehículo, ya no permitirán dominarlo. Además, los hábitos que entran en juego para que el vehículo vuelva a su lugar, ya no cumplen su finalidad. El conductor se encuentra en el volante de un vehículo que, sin motivo aparente, y de manera repentina, no se puede dominar. Por añadidura, eso sucede en el peor momento, en medio de una maniobra evasiva que, en el mejor de los casos, resulta difícil. La interacción de conductor, vehículo y carretera crea una situación sumamente peligrosa.

Cuando el conductor trata de controlar el vehículo, se encuentra con que en ese caso le fallan las características del mismo que le ofrecían dominio e incluso seguridad a velocidades moderadas. A estas velocidades, la suspensión blanda del automóvil suaviza las sacudidas y traqueteos para comodidad de los ocupantes, pero es un grave inconveniente en maniobras con grandes fuerzas de aceleración. Como ha demostrado la experiencia en las carreras de automóviles (4), al llegar a este momento crítico el conductor necesita "sentir la carretera". En cambio, los cómodos asientos, el aislamiento acústico, los servofrenos, la servodirección y otros accesorios modernos, ocultan los ruidos y vibraciones capaces de advertir al conductor sobre cualquier patinazo inminente. En pocas palabras: el automóvil estándar de Estados Unidos de América posee un motor que lo pondrá fácilmente a velocidades extremas, pero el resto del vehículo es muy inadecuado para maniobras a velocidades extremas.

Existe una gran analogía, aunque no total, entre lo que ocurre cuando el vehículo va a velocidades extremas y lo que sucede al conducir sobre nieve fina. Mientras el vehículo corre a una velocidad bastante constante sin curvas pronunciadas, se comporta en la nieve de mancha muy parecida a como se comporta en una carretera limpia. En cambio, en una curva pronunciada o al aplicar repentinamente los frenos, en que entran en juego fuerzas de aceleración más poderosas, el conductor pierde el control del vehículo, a menos que esté acostumbrado a conducir en la nieve. La nieve reduce el coeficiente de fricción de los neumáticos y, por consiguiente, se producen anomalías aun en el caso de bajas fuerzas de aceleración. En una carretera limpia, los cambios requieren fuerzas de aceleración mucho mayores. No obstante, a este respecto, la velocidad extrema y la nieve ejercen un efecto similar: el vehículo no va a donde lo dirige el conductor.

¿Existen datos comprobados de que, a extremas velocidades, el conductor corriente no puede controlar al automóvil estadounidense? Citaremos el siguiente hecho tomado de los datos del ACIR: En casos de alta velocidad, uno de cada tres coches incluidos en la muestra sufrió un "vuelco completo", que es el tipo de accidente que revela pérdida de control.

Pero ¿qué ocurre con las pruebas en pistas especiales que utilizan los fabricantes de automóviles para ensayar los nuevos modelos? ¿Cómo no se demuestra en ellas que no se puede dominar el vehículo? Como respuesta a esta cuestión se sugiere lo que ocurrió cuando los fabricantes trataron de hacer pruebas de choques con vuelcos completos para comprobar el efecto de los accesorios de seguridad de esos vehículos. Aunque, según indican los datos del ACIR, el conductor corriente se encuentra fácilmente envuelto en accidentes de vuelcos completos, los conductores de prueba tuvieron muchas dificultades para conseguir que los coches se volcaran. Esto parecería inexplicable si no tuviéramos presentes los hábitos

del conductor. La falta de control se relaciona con el sistema. En un sistema de "automóvil nuevo—conductor de pruebas—pista de pruebas", los vehículos se pueden controlar. En cambio, en un sistema de "automóvil ordinario—conductor corriente—carretera normal", no se pueden controlar fácilmente los vehículos que van a velocidades extremas.

Con los datos del ACIR, que anteriormente se utilizaron para demostrar la relación entre la velocidad de choque aplicable y el riesgo de lesión mortal, es posible ensayar la hipótesis de la falta de dominio a velocidades extremas frente a los hechos derivados de las investigaciones de verdaderos accidentes de carretera. Por las razones antes expuestas, la distribución de la velocidad en la corriente de tránsito en áreas de las que se han obtenido muestras, no puede determinarse con los datos del ACIR. Sin embargo, es razonable suponer que para velocidades de más de 40 millas por hora, la distribución puede representarse por una distribución de amortiguamiento exponencial. Hay que contar con que el riesgo de sufrir un accidente si el vehículo va a una velocidad determinada, aumentará con la velocidad. Este riesgo podría representarse algebraicamente por un exponencial positivo. Sin embargo, si la hipótesis de la falta de dominio desempeña un importante papel en los accidentes, la tasa en que aumentaría el riesgo sería distinta en diferentes clases de accidente. En accidentes por colisión lateral o de guardabarros contra guardabarros entre dos vehículos, las características de la dirección sólo constituirían uno de los varios factores principales. Por el contrario, en un caso como el de un "simple" vuelco completo (sin choque con un objeto), las características de la dirección serían el factor dominante. De ahí que supongamos que en estas circunstancias la tasa de aumento del riesgo sea la más elevada.

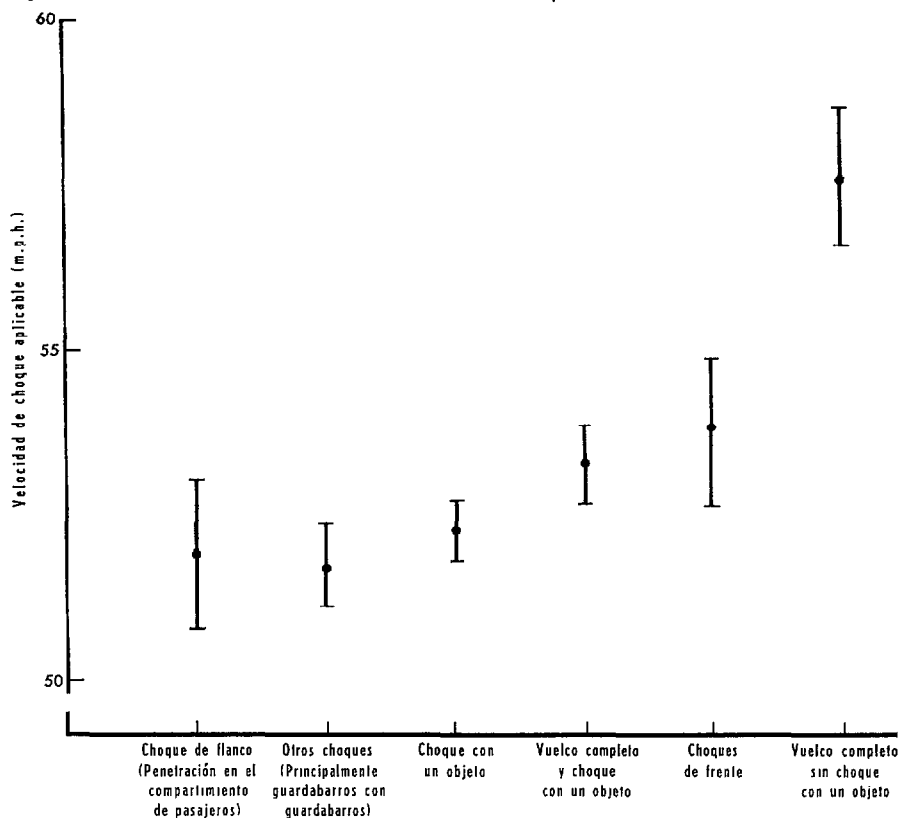
Expresando estas afirmaciones en términos matemáticos y empleando procedimientos estadísticos estándar (probabilidad

máxima) para calcular la tasa a que aumenta el riesgo en determinadas circunstancias de un accidente, ocurre que las estimaciones dependen de una cantidad fácilmente calculada. Esta cantidad es la media aritmética de las velocidades en accidentes en que la velocidad de choque aplicable excede de 40 millas por hora. Por consiguiente, es sencillo comprobar la hipótesis de la falta de maniobrabilidad con los datos de accidentes. Si los promedios en diferentes circunstancias de accidente son los mismos o si la ordenación por promedios guarda poca relación con el papel que desempeña la dirección en diversas clases de accidente, quedaría rechazada la hipótesis de la falta de maniobrabilidad. Por el contrario, si la ordenación de circunstancias por medias aritméticas corresponde a la importancia relativa de la dirección en las distintas clases de accidentes, esto favore-

cería la hipótesis de la falta de maniobrabilidad. Además, los supuestos exponenciales mencionados pueden comprobarse gráficamente, y parecen ser una primera aproximación justa.

En la Fig. 2, los resultados de esta prueba se presentan en forma de intervalos de confianza. Estos intervalos son fáciles de interpretar. Si los intervalos de confianza en dos clases de accidentes coinciden, la tasa a que aumenta el riesgo de accidente con la velocidad es probablemente bastante similar en las dos clases de accidentes. Por el contrario, si los intervalos no coinciden, esta circunstancia revelará una diferencia de tasas en las dos clases de accidentes. La Fig. 2 muestra que las tasas en seis clases de accidentes son claramente distintas, y que las diferencias son las que cabe esperar si la hipótesis de la falta de control constituye un importante

Figura 2 —Velocidad media e intervalos de confianza correspondientes a seis clases de accidentes.



factor en el accidente. Para corroborar la hipótesis necesitaríamos, realmente, efectuar una serie de investigaciones intensivas de los verdaderos accidentes de carretera que nos proporcionarían pruebas más directas de la falta de dominio (por ejemplo, con un análisis del verdadero recorrido de las maniobras evasivas y correctivas). Los datos contenidos en la Fig. 2, así como otros datos sobre las características de dirección antes citados, deben inducir a los investigadores a buscar esas pruebas directas.

La solución del problema de la velocidad

En el supuesto de que fuera válida la hipótesis de que la falta de dominio a velocidades extremas es un riesgo de primera importancia en la carretera, ¿cuáles serían las mejoras técnicas indicadas? A velocidades extremas, nuestros automóviles en manos de conductores ordinarios no permiten su control en maniobras evasivas o correctivas. Si bien pueden introducirse mejoras en la carretera, es evidente que los diversos peligros que pueden surgir continuarán existiendo, en ciertas ocasiones, maniobras evasivas. Aunque el comportamiento del conductor puede mejorarse, en teoría, mediante medidas educativas o penales, hay que contar con que, a pesar de ello, los conductores persistan en sus hábitos. Si resulta fácil y cómodo conducir a velocidades extremas, algunos automovilistas utilizarán esas velocidades. Estos mismos conductores se encontrarán con que no pueden controlar el vehículo en caso de maniobra evasiva, y continuarán sufriendo accidentes. Difícilmente cabe suponer que una mejor educación o nuevas disposiciones legales sobre velocidad vayan a ejercer un gran efecto en estos individuos. El único elemento del sistema que resulta relativamente fácil de modificar es el vehículo.

El diseño de los vehículos se podría modificar de varias maneras con el fin de reducir el costo de vidas que suponen las velocidades extremas. Una de ellas consiste en instalar un regulador para evitar que el vehículo corra a

velocidades extremas por un tiempo prolongado. Otra sería la de controlar los detalles del motor, que es el método que se utiliza en las carreras cuando es evidente que no se pueden controlar los vehículos. Y, por último, se podría idear un nuevo diseño de todo el vehículo (no sólo el motor) que permitiera correr a velocidades extremas. Uno de los inconvenientes de este sistema es que, a poca velocidad, el automóvil resultaría muy incómodo y tendría poca aceptación para la venta. La cuestión principal estriba en que los fabricantes pueden muy bien preparar un nuevo diseño de automóvil que ofrezca mayor seguridad, posiblemente por un sistema diferente de los que hemos mencionado. La dificultad está en encontrar un buen incentivo para producir automóviles maniobrables que cuenten con la aceptación del público.

La palabra clave es la de "maniobrabilidad". Este término ha de aplicarse a un verdadero sistema: los habitantes de Estados Unidos de América que conducen automóviles, los vehículos en la carretera y el actual sistema de carreteras. Esta es una idea del término algo distinta de la que le da la ingeniería automotriz. Por ejemplo, interviniendo grandes fuerzas de aceleración, un vehículo es, en teoría, absolutamente imposible de dominar cuando el ángulo del volante no ejerce ningún efecto sobre la marcha del vehículo. Según la teoría actual (3), se podría llegar a este estado siguiendo a la inversa las instrucciones de los fabricantes sobre el inflado de los neumáticos para ciertos automóviles pequeños de motor trasero y en determinadas condiciones, tales como radio de giro lo más corto posible. Si bien es de suponer que se puede producir una falta absoluta de dominio del coche a una velocidad de unas 65 millas (104 Km.) por hora, el autor conoce ningún caso en que se haya demostrado este fenómeno en la pista de pruebas ni en la carretera. Sin embargo, mucho antes de que el vehículo llegue a ser absolutamente incontrolable, ya lo será en manos del conductor ordinario.

A título de experimento, alguno de los principales Estados podría exigir, para autorizar la venta de todas las marcas y modelos fabricados después de determinada fecha, que reunieran ciertos requisitos mínimos de maniobrabilidad. Siguiendo el modelo de las disposiciones sobre aeronaves, el Estado podría exigir que todos los accidentes en carreteras que causaran alguna muerte, se comunicaran en el plazo de 48 horas a una comisión especial que investigase las cir-

cunstancias en que se produjeron. Si después de los trámites necesarios quedara demostrada la falta de maniobrabilidad del vehículo, la comisión estaría autorizada a declarar que el modelo en cuestión no reúne los requisitos exigidos para obtener la licencia de venta. El simple establecimiento de una comisión de esta clase bastaría para intensificar el estudio de la maniobrabilidad y fomentar el diseño, fabricación y venta de vehículos maniobrables.

REFERENCIAS

- (1) Garret, J. W.: An evaluation of door lock effectiveness, pre-1956 vs. post-1956 automobiles. Automotive Crash Injury Research of Cornell University, Nueva York, 1961.
- (2) Bross, I. D. J.: How to cut the highway toll in half in the next ten years. *Pub. Health Rep.*, 75:573-578, 1960.
- (3) Janeway, R. N.: Accident prevention, vehicle design aspects of safe handling. *En Passenger car design and highway safety, proceedings of conference on research.* Asociación para la Ayuda a los Niños Lisiados y Unión de Consumidores de Estados Unidos, Inc., Mount Vernon, Nueva York, 1962.
- (4) Fitch, J. C.: Driver-vehicle fit. *En Passenger car design and highway safety, proceedings of conference on research.* Asociación para la Ayuda a los Niños Lisiados y Unión de Consumidores de Estados Unidos, Inc., Mount Vernon, Nueva York, 1962.