



Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre

Miguel Óscar Aguilar Ruiz
Joel Navas Pérez
Reynaldo Olivares Alcalá

COLECCIÓN CRIMINALÍSTICA



SEGUNDA EDICIÓN

COLECCIÓN CRIMINALÍSTICA

DIRECTORIO

ARTURO CHÁVEZ CHÁVEZ
Procurador General de la República
y Presidente de la H. Junta de Gobierno del INACIPE

JUAN MIGUEL ALCÁNTARA SORIA
Subprocurador Jurídico y de Asuntos Internacionales de la PGR
y Secretario Técnico de la H. Junta de Gobierno del INACIPE

GERARDO LAVEAGA
Director General
del Instituto Nacional de Ciencias Penales

ÁLVARO VIZCAÍNO ZAMORA
Secretario General Académico

RAFAEL RUIZ MENA
Secretario General de Profesionalización y Extensión

CITLALI MARROQUÍN
Directora de Publicaciones

MIGUEL ÓSCAR AGUILAR RUIZ
JOEL NAVAS PÉREZ
REYNALDO OLIVARES ALCALÁ

INVESTIGACIÓN
CRIMINALÍSTICA
EN HECHOS DE TRÁNSITO
TERRESTRE



Primera edición, 2006
Segunda edición, 2009

Edición y distribución a cargo del
Instituto Nacional de Ciencias Penales
www.inacipe.gob.mx
publicaciones@inacipe.gob.mx

D. R. © 2009 Instituto Nacional de Ciencias Penales
Magisterio Nacional 113, Tlalpan
14000 México, D. F.

D. R. © 2009 de la presente edición, UBIVUS Editorial,
Av. Jardín núm. 592, Col. Euskadi,
Del. Azcapotzalco, 02660 México, D. F.

Se prohíbe la reproducción parcial o total, sin importar el medio,
de cualquier capítulo o información de esta obra,
sin previa y expresa autorización del
Instituto Nacional de Ciencias Penales,
titular de todos los derechos.

ISBN 978-607-7882-04-6

Diseño de portada: *Victor Hugo Garrido Soto*

Impreso en México • *Printed in Mexico*

CONTENIDO

<i>Prólogo</i> , por Álvaro Vizcaíno Zamora	15
<i>Introducción</i>	23
I. <i>El método científico y procedimientos de estudio</i>	27
Generalidades.	27
El método científico, 28; Procedimiento analítico y sintético, 29; Procedimiento inductivo y deductivo, 30; Principios fundamentales de la Criminalística, 31; Concepto de hechos de tránsito terrestre, 32.	
II. <i>Técnicas empleadas en la investigación de los hechos de tránsito terrestre</i>	35
“Accidente” o “hecho de tránsito”	35
Características técnicas a considerar.	36
Observación documental	37
Observación del lugar de los hechos	39
Tipos de cruceros	41
Cruceros regulares, 41; Cruceros irregulares, 41.	
Superficie de rodamiento	41
Localización de huellas e indicios	42
Huellas de frenado, 43; Huellas de arrastre, 44; Huellas de desplazamiento, 45; Huellas de rodamiento, 45; Huellas de cuerpo duro, 45.	
Escala.	47
Revisión de los vehículos	49
Identificación general, 49; División básica del vehículo, 50; Daños en el interior del vehículo, 50; Características de deformación y sentido, 52; Daños causados por cuerpo blando, 52; Accesorios o partes dañadas, 53; Avalúo de daños, 54.	

Fijación fotográfica.	55
Fijación fotográfica del lugar de los hechos, 57; Fijación fotográfica de los vehículos, 57.	
Tipos de acontecimiento	57
Colisión entre vehículos, 57; Colisión de vehículo contra objeto fijo, 60; Salida de camino y volcadura, 62; Colisión de vehículo-peatón (atropellamiento), 63; Caída de persona de un vehículo en movimiento, 63; Colisión contra bicicleta y motocicleta, 65; Colisión contra semoviente, 65.	
III. <i>Lesiones provocadas por tránsito de vehículos</i>	67
Lesiones provocadas por hechos de tránsito de vehículos en su modalidad de choque	67
Colisión frontal, 67; Colisión lateral o perpendicular, 67; Colisión posterior, 69; Volcadura, 69; Caída de persona de un vehículo en movimiento, 70; Examen del vehículo, 70; Lesiones del conductor, 71.	
Lesiones provocadas por hechos de tránsito de vehículos en su modalidad de atropellamiento.	71
Fases o etapas del atropellamiento, 72.	
Otro tipo de lesiones provocadas por tránsito de vehículos no comunes	78
Arrancamiento, 78; Intoxicación por monóxido de carbono, 78; Muerte por asfixia o por sumersión, 78; Muerte por quemaduras, 79; Lesiones por llanta atropelladora, 79; Lesiones por salientes de carrocería, 80; Lesiones por piedras arrojadas al paso de vehículos, 80; Lesiones por motocicleta, 80.	
Atropello ferroviario.	81
El efecto cuneiforme, 82; El efecto o lesión en banda, 82.	
IV. <i>Aplicaciones de la Física en la reconstrucción de los hechos de tránsito terrestre</i>	83
Generalidades.	83

Conceptos básicos	83
Cinemática y Dinámica, 84.	
Sistema de unidades	88
Método para calcular el grado de inclinación o porcentaje en pendientes	91
Método de trabajo y energía.	93
Trabajo de una fuerza, 93; Energía, 93; Método de impulso y <i>momentum</i> , 94.	
Cantidad de movimiento	96
Fuerzas	97
Clasificación, 98; Medida, 98; Composición, 99; Fuerzas de fricción, 102.	
Naturaleza y estado de los revestimientos de la carretera	104
Naturaleza y estado de los neumáticos	107
Temperatura del neumático, 108; Presión, superficie de contacto, rozamiento y calor, 109; Superficie de contacto, 110; Rozamiento y coeficiente de fricción, 110.	
Los frenos y su evolución	112
Frenos de contacto interno, 113; Frenos antibloqueo, 114; Ventajas de los frenos antibloqueo, 116.	
 V. <i>Métodos y técnicas para determinar la velocidad de circulación de los vehículos y su aplicación en los atropellamientos</i>	
Velocidad deducida por características e intensidad de daños	117
Deducción de la fórmula para el cálculo de la velocidad	119
Deducción de la fórmula para el cálculo de la velocidad en pendientes	122
Ecuaciones para el cálculo de velocidad por energía de movimiento.	125
Aplicación de las ecuaciones de la energía de movimiento	127

Dinámica de la colisión, 129; Velocidades de circulación, 130.	
Velocidad promedio de marcha de las personas (peatones)	136
Tiempo de percepción y reacción del conductor	138
Primera etapa: detección, 138; Segunda etapa: identificación, 138; Tercera etapa: evaluación, 139; Cuarta etapa: decisión, 139; Quinta etapa: respuesta, 139.	
Estudio criminalístico y análisis físico-matemático de un atropellamiento.	141
Datos aportados por el conductor, 141; Datos aportados por el peatón, 141; Datos obtenidos de la revisión del vehículo, 142; Datos aportados por la observación del terreno, 142; Desarrollo técnico, 142.	
VI. <i>Metodología del dictamen pericial</i>	149
El método científico aplicado a la investigación criminalística de los hechos de tránsito terrestre. . .	149
Fases del método científico para la elaboración de un dictamen	149
Planteamiento del problema, 149; Observación, 150; Hipótesis, 151; Experimentación, 152; Investigación y comprobación, 153; Epílogo, 153.	
Guía metodológica para la elaboración de un dictamen.	153
Propuesta	154
Consideraciones técnicas, 157; Conclusiones, 159.	
Ejemplo de estudio de la investigación metodológica de un hecho de tránsito terrestre en un caso por atropellamiento	160
Observación general del lugar de los hechos, 160; Mecanismo de lesiones, 164; Conclusiones (resultado de la investigación), 172.	
VII. <i>Interpretación criminalística del reglamento de tránsito en carreteras federales</i>	175

Reglamento de tránsito	175
Aplicación e interpretación criminalística de los artículos del Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales.	176
Reglas de circulación, 176; Conducción de vehículos de motor, 178; Circulación por la derecha, 182; Obligación de ceder el paso, 184; Reducción de velocidad y cambio de dirección, 186; Límites de velocidad, 188; Parada y estacionamiento, 192; Privilegios para vehículos de emergencia, 200; Conducción de bicicletas y motocicletas, 202; De los peatones y pasajeros, 204; Señales, 207; Marcas, 207.	
El exceso de velocidad	210
El estado de ebriedad	212
VIII. <i>Prevención de accidentes</i>	213
Generalidades	213
Conducción a la defensiva	214
Espacio de conducción, o “colchón de seguridad”. . . .	216
Comparta el espacio, 216; Confluya con precaución, 218; Atraviese las intersecciones con precaución, 218; Rebase con precaución, 218.	
Espacio para situaciones peligrosas y conductores problemáticos	219
Gente que no le puede ver, 219; Personas distraídas, 219; Personas confundidas, 219; Conductores en problemas, 220.	
Estos gestos permitirán el movimiento fluido y seguro del tráfico	220
Escudriñe el camino y el tráfico en busca de reacciones defensivas, 220; Escudriñe adelante, 220; Escudriñe a los lados, 221; Busque pistas, 221; Tenga cuidado en las zonas rurales, 221; Antes de entrar en una intersección, revise de izquierda a derecha, 221; Mire atrás, 221; Comuníquese con los demás conductores, 222; Ajuste su velocidad a las condiciones del camino, 222; Transija, 223; Conocimiento y experiencia, 223.	

Evite ser un conductor distraído.	223
Los conductores distraídos contribuyen a muchos accidentes, 223; Los adolescentes son los conductores novatos con mayor riesgo, 224.	
Concéntrese y se mantendrá seguro y vivo	225
¿Qué son las distracciones?, 225; Tres tipos de distracción, 225; ¿Cómo afectan las distracciones el desempeño del conductor?, 226.	
Los peligros de conducir adormilado	231
Causas de la conducción con somnolencia, 232; Poblaciones de alto riesgo por la somnolencia, 232; Cómo prevenir la conducción con somnolencia, 233; ¿Tiene problemas para mantenerse despierto? ¿Necesita tomar un descanso?, 233; Advertencias especiales que debe tomar en cuenta el conductor, 234; Conducción agresiva o “ira del camino”, 237; ¡Antes de encender su motor, apague su enojo!, 239; No se enoje, ¡mejore!, 240; Haga la diferencia manteniendo los caminos seguros para todos. ¡Actúe con responsabilidad!, 240; ¿Cuáles son las influencias más peligrosas en el camino?, 240; ¿Cuáles son las precauciones más importantes en el camino?, 240; ¡Sin excepciones! ¡Actúe con responsabilidad!, 241.	
IX. <i>Identificación de vehículos</i>	243
Generalidades.	243
Antecedentes	244
Sistemas de identificación	245
Calcomanías, engomados o etiquetas	246
Marcajes, número de motor y caja de transmisión . . .	248
Vehículos alterados en sus sistemas de identificación .	249
Alteraciones más comunes en sistemas de identificación	251
Formas más comunes de alteración	252
Borrado total y parcial de dígitos, 252; Injertos, 252; Relleno con soldadura de estaño, 252; En la placa NIV metálica, 253.	

Metodología para la identificación de vehículos	253
Material utilizado para la identificación de vehículos alterados en su sistema de identificación (remarcados), 255; Remaches, 255.	
Métodos para la restauración de los números de identificación vehicular alterados o manipulados	256
Por calentamiento, 256; El proceso eléctrico, 257; Indicadores de posibles alteraciones, 259.	
Localización genérica para la identificación alfanumérica vehicular	260
Verificación de autenticidad de documentos	262
Dígito verificador	263
Pasos para calcular el dígito verificador, 263.	
Ejemplo de identificación de vehículo de la marca Chrysler	264
Descripción del número de serie, 265.	
<i>Conclusiones y recomendaciones</i>	269
<i>Glosario</i>	273
<i>Bibliografía</i>	289

PRÓLOGO

En 2006 se publicó la primera edición del libro *Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre*. Ahora, en 2009, tengo el privilegio de actualizar el prólogo que redacté para aquella edición. Se trata de una actualización y no de un prólogo a la segunda edición porque el estado del arte y la técnica en la materia prácticamente no han cambiado. No obstante y como es debido, los autores Miguel Óscar Aguilar Ruiz, Joel Navas y Reynaldo Olivares han actualizado algunos datos y han adicionado fotografías que enriquecen el texto. Lamentablemente, entre las cosas que no han cambiado nos encontramos con que los accidentes de tránsito continúan siendo la primera causa de muerte de los jóvenes de 15 a 29 años de edad en México; así lo expresa el Centro Nacional para la Prevención de Accidentes (Cenapra) de la Secretaría de Salud, mediante el Comunicado de Prensa 290 de agosto de 2009. Tan funesta circunstancia, enmarca una vez más la enorme actualidad y pertinencia de este libro.

El Cenapra agrega que cada año, alrededor de 2 millones de adolescentes sufren lesiones por accidentes de tránsito en México. De hecho, los accidentes de tránsito son el problema de salud que requiere más días de atención hospitalaria por paciente —5.2 días—, con los consecuentes costos al sistema de salud. Las causas de más de la mitad de los accidentes siguen siendo las mismas: el exceso de velocidad y el consumo de bebidas alcohólicas. En el mismo comunicado se advierte que mientras las instituciones de procuración de justicia del país contabilizan 890 000 incidentes viales, las compañías aseguradoras reportan casi 5 millones de percances viales. Por su parte, el Gobierno del Distrito Federal reporta que, en 2008, circularon diariamente en la Ciudad de México un promedio de 4 millones de automóviles y que, en ese mismo periodo, se presentaron 22 000 accidentes de tránsito, de los cuales 5 400 fueron

atropellamientos. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) México es el país con mayor índice de accidentes automovilísticos relacionados con el consumo de bebidas embriagantes, pues siete de cada 10 incidentes se deben al consumo de alcohol y de cada 15 incidentes resulta una persona muerta.

El que existan 890 000 accidentes de tránsito registrados en las procuradurías del país refleja la necesidad de elaborar el mismo número de dictámenes periciales en la materia al año. Tal volumen de estudios criminalísticos justifica plenamente la necesidad de contar con un texto como éste, que sirva de guía y orientación a quienes tienen que emitir una opinión técnico-científica sobre las causas que dieron origen a un incidente vial. Por ello celebro que Miguel Óscar Aguilar Ruiz, Joel Navas Pérez y Reynaldo Olivares Alcalá se hayan dado a la tarea de elaborar y ahora actualizar un texto dotado de rigor científico que oriente a los peritos al momento de identificar y procesar las evidencias de los hechos de tránsito.

Los autores definen esta especialidad criminalística como “el estudio técnico científico del material sensible significativo relacionado con un resultado del movimiento de vehículos a efecto de conocer las causas que lo originaron y que lo llevan a un plano de trascendencia jurídica”. Los tres criminalistas explican que “el perito oficial en hechos de tránsito terrestre interviene a solicitud del agente investigador del Ministerio Público y de las autoridades jurisdiccionales; el perito emite documentos que estarán sustentados en conocimientos criminalísticos auxiliándose de la Física y las Matemáticas con la finalidad de establecer las causas que originan un siniestro”.

Investigación criminalística en hechos de tránsito terrestre es una obra, sin duda, didáctica y completa. Inicia con la explicación del método científico y su aplicación en la actividad criminalística, con especial énfasis en la observación cuidadosa, exhaustiva y detallada de los hechos. Lleva de la mano al perito en el camino de observar, formular hipótesis y aplicar las técnicas idóneas empleadas en la investigación de los accidentes de tránsito. Para ello echa mano de numerosas fotografías, ejemplos, gráficos, fórmulas.

En este libro, no sólo el perito avezado en Física y Matemáticas encontrará respuestas. Los peritos médicos podrán explicarse las diferentes lesiones corporales provocadas por el tránsito de vehículos. Los abogados, por su parte, podrán disponer de una herramienta fundamental al contar con una interpretación criminalística, una “traducción gráfica”, artículo por artículo, del *Reglamento de Tránsito en Carreteras Federales*. Los servidores públicos dedicados al combate al robo de vehículos, y quienes trabajan en compañías aseguradoras, podrán estudiar asimismo las diferentes técnicas de identificación de vehículos.

Mas aún, cualquier conductor de un vehículo automotor podrá conocer los principios de la conducción a la defensiva, para poder establecer precauciones que le ayudarán a evitar a los conductores distraídos y a manejar situaciones de potencial riesgo a su vida. Para muestra de lo anterior, bastan algunos datos tomados del capítulo correspondiente a la prevención de accidentes:

1) de los accidentes automovilísticos, 85% son causados por errores del conductor.

2) De estos accidentes, 25% están relacionados con alguna forma de falta de atención del conductor.

3) Un conductor toma aproximadamente 150 decisiones por cada kilómetro que conduce.

4) Al viajar a 95 kilómetros por hora, si voltea hacia abajo por tan solo dos segundos, por ejemplo para seleccionar un CD o ajustar el clima, el conductor viajará 55 metros a ciegas, distancia casi tan grande que la longitud de un campo de fútbol.

5) Al conducir, 92% de los conductores manipula la radio, 71% come o bebe, 46% se arregla, 40% lee e, incluso escribe y, 33% usa el teléfono celular.

6) El uso del teléfono celular aumenta en 400% la posibilidad de tener un accidente.

Las cifras anteriores ponen en evidencia que muchas muertes, lesiones y discapacidades pudieron haberse evitado con un poco de precaución al conducir. Es muy satisfactorio que un texto de criminalística no se limite al estudio científico del problema, sino que,

aprovechando la información derivada del mismo, proporcione una serie de medidas preventivas destinadas a reducirlo.

En el prólogo de la primera edición mencionábamos que valdría la pena explorar qué ha funcionado y qué ha fallado en otros países, y señalábamos como experiencia exitosa el llamado “carné de conducir por puntos”, implementado en España a partir del 1° de julio de 2006. Los principales periódicos de ese país reportaban que, a un mes de que se pusiera en vigor, las muertes con motivo de los accidentes de tránsito se redujeron en 25%, si bien los expertos españoles se mostraron prudentes y consideraron prematuro atribuir la reducción exclusivamente a la nueva licencia, pues afirmaron que había que agregar la fuerte presencia de las campañas preventivas en los medios. En la Ciudad de México el sistema de restar puntos por infracciones de tránsito cometidas se introdujo en el año de 2007. Sin embargo, no existen estudios que demuestren el impacto de la implementación de esta medida en la reducción de accidentes viales y sus consecuencias. No obstante, las estadísticas oficiales reflejan que, por lo que se refiere a la instrumentación del alcoholímetro en la Ciudad de México, de 2003 al 13 de junio de 2009, 40 mil 688 personas han sido detenidas por conducir en estado de ebriedad. Podríamos afirmar que con esas detenciones se evitó un buen número de accidentes con los correspondientes heridos y muertos.

La obra que hoy prologamos es producto de la vasta experiencia profesional criminalística de tres destacados ingenieros que no sólo han orientado sus esfuerzos al servicio público y los laboratorios especializados en el estudio científico de la evidencia delictiva, sino, y de manera muy distinguida, a la docencia. Invitar a un abogado a prologar un libro de una especialidad criminalística basada en complejos cálculos de parámetros físicos de aceleración de la gravedad y coeficientes de fricción, sistemas inerciales, leyes de Newton, principios de estática, dinámica y cinemática, así como parámetros de longitud, masa, tiempo, velocidad, aceleración y peso no puede ser más que una muestra de amistad. En lo personal, admiro el esfuerzo que Reynaldo Olivares y, muy especialmente Miguel Óscar Aguilar, han realizado con los alumnos de Criminalística del

Instituto Nacional de Ciencias Penales. Sé que sus alumnos —que hoy se cuentan por miles en todo el país— los reconocen como maestros en toda la extensión de la palabra.

Quizá la explicación que encuentre para haber sido invitado a prologar este libro es que, gracias al interés de Gerardo Laveaga, Director General del Instituto Nacional de Ciencias Penales (INACIPE), en impulsar la Criminalística y la investigación científica del delito, he tenido la oportunidad de colaborar estrechamente con Miguel Óscar Aguilar en la organización y desarrollo de varios congresos internacionales en la materia, así como en la publicación de la Colección Criminalística. Desde el año 2001 y de manera anual, decenas de expertos de todo el mundo han participado en los congresos del INACIPE y la Coordinación General de Servicios Periciales de la Procuraduría General de la República, comentando los últimos avances de la Medicina Legal y Forense, Documentoscopia y Grafoscopia, Toxicología y Química Forense, Genética, Responsabilidad Médica Profesional, Cibercriminalidad y, en 2009 y a raíz de la reforma constitucional al sistema de justicia penal, el papel de los peritos en el Sistema Penal Acusatorio, que progresivamente deberá adoptar México.

En 2002, el INACIPE publicó el primer número de la Colección Criminalística, titulado *Guías metodológicas de las especialidades periciales*, producto del interés de Miguel Óscar Aguilar en profesionalizar a los peritos mexicanos mediante bibliografía nacional vanguardista y del propio interés del Director General del INACIPE en promover la literatura científica en criminalística especializada, dentro del programa editorial del Instituto. A este texto siguieron el *Manual para la investigación del lugar de los hechos* (Colección Criminalística, 2) y el *Manual metodológico para la investigación criminalística de los homicidios de mujeres en Ciudad Juárez* (Colección Criminalística, 3).

Asimismo, en el fondo editorial del INACIPE, durante la administración de Gerardo Laveaga, en materia criminalística se han publicado *Antología de la investigación criminalística*, coordinado por L. Rafael Moreno González (Colección Antologías, 1); *Documentoscopia*, de Tomás Taxis Rojas; *El polígrafo: mitos y realidades*,

de Tuvia Rosen (Colección Conferencias, 2), *Los indicios biológicos del delito*, de L. Rafael Moreno; *Los secretos de Sherlock Holmes en la investigación del delito*, también del querido maestro L. Rafael Moreno (Colección Conferencias, 4) y *Memoria del Congreso Internacional Medicina Legal y Forense en el Siglo XXI* (Colección Memorias, 3).

Como puede advertirse, la Criminalística ha desempeñado un papel destacado en las tareas encomendadas al INACIPE, sin contar a los alumnos que han egresado de la maestría en Criminalística y a los que, cada año, egresan del Curso de Formación Inicial para Peritos Profesionales, con el propósito de engrosar las filas de la rama pericial de la Procuraduría General de la República.

James Graham Ballard, novelista, escritor de cuentos y ensayista inglés, ha explorado en su obra diversas relaciones perturbadoras entre el desarrollo tecnológico y la naturaleza humana. Catástrofes medioambientales así como efectos de algunos de los principales inventos del siglo xx han sido reflejados con crudeza en sus novelas, dentro de un marco en que se confunden la realidad con la ficción. En 1973 publicó *Crash*, obra llevada a la pantalla grande, en 1996, por David Cronenberg. La película causó una polémica que rayó en los límites de la censura en algunos países. En su novela, Ballard retrató la pasión por la velocidad y el peligro al conducir como un impulso erótico, una especie de fetichismo mortal representado por la simbiosis hombre-máquina. En el prólogo de la novela, el autor inglés afirma y se pregunta:

Crash, por supuesto, no trata de una catástrofe imaginaria, por muy próxima que pueda parecer, sino de un cataclismo pandémico institucionalizado en todas las sociedades industriales, y que provoca cada año miles de muertos y millones de heridos. ¿Es lícito ver en los accidentes de automóvil un siniestro presagio de una boda de pesadilla entre la tecnología y el sexo?

Mas allá de las explicaciones novelísticas de corte psicológico en torno a las pulsiones humanas orientadas a disfrutar el peligro, materializado en este caso en la conducción muchas veces impudente de una máquina que suele rebasar la tonelada y media de peso, la

novela ficción parece haberse convertido en realidad, la cual es estudiada a lo largo de estas páginas.

El lector podrá advertir que tiene en sus manos una obra que refleja el empeño y la dedicación de sus autores ya que, como muchas de su género, comenzó en forma de apuntes de clase, que fueron mejorando y complementándose con el paso de los años y gracias a la experiencia adquirida. Enhorabuena.

Tlalpan, Distrito Federal, septiembre de 2009

ÁLVARO VIZCAÍNO ZAMORA
*Secretario General Académico
del Instituto Nacional de Ciencias Penales*