

HECHOS DE TRANSITO*

Prof. Dr. J. Nuñez de Arco

1.- INTRODUCCION

Desde que el 1886, Karl Benz, presentó en Berlín el primer coche propulsado por un motor de explosión, se han perfeccionado los sistemas de transporte, se ha pasado a disfrutar de automóviles, cada vez más rápidos y la disminución de su coste, ha contribuido a ponerlo al alcance de casi todos. Eso hace que actualmente sea una de las principales causas de muerte tanto que Simonin^[1] afirma, que el automóvil ha venido a reemplazar al microbio como agente de morbilidad y mortalidad.

La modernidad ha traído consigo “que los pequeños problemas de tránsito que existieron en nuestros primeros tiempos, los mismos que fueron- en comparación con los actuales- bastante simples, puesto que antiguos funcionarios cuentan que el tránsito en la ciudad (La Paz) se atendía con solamente 10 agentes de parada y que los “carritos de bigote” que circulaban en aquellos tiempos inclusive los aero-dinámicos modelo 1928, pasaban cada media hora por las esquinas...”^[2] Y los grandes problemas eran la circulación y el estacionamiento.

Pero hoy en día, los problemas fundamentales son los que hechos de tránsito que se suscitan a cada momento. Habitualmente, se habla de accidentes de tránsito, como una forma habitual para referirse a los hechos de tránsito, pero estamos prejuzgando que los hechos objeto de estudio han sido

fortuitos. Se debe usar la terminología de “hechos de tránsito”, para evitar prejuzgar, ya que si hablamos de accidente de tránsito, estamos calificando a los hechos ocurridos, como fortuitos o bien que ya ha concluido la investigación y ha sido declarado un accidente.

Apoyando esta teoría, el Tcnl. W. Osinaga en su libro, (uno de los pocos libros bolivianos, de investigación criminalística) habla en el capítulo XIII de Hechos de tránsito y después en el siguiente capítulo de Accidentes de tránsito.^[3]

Sin embargo en la CIE-10 (Clasificación Internacional de Enfermedades) y en nuestra legislación, en el Código Nacional de Tránsito, se usa el término de accidente de tránsito.

CAPITULO III

DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO

Art. 152.- ACCIDENTES.- Accidentes son sucesos de los que resultan daños a las personas o las cosas.

Pueden ser dolosos, culposos o fortuitos.

Art. 153.- ACCIDENTES DOLOSOS. Son accidentes dolosos cuando el resultado antijurídico ha sido querido o previsto y ratificado por el agente o cuando es consecuencia necesaria de su acción.

Art. 154.- ACCIDENTES CULPOSOS.- Son accidentes culposos cuando el resultado, aunque haya sido previsto, no ha sido querido por el agente y se produce por imprudencia, negligencia

1. Simonin C. (1982) Medicina legal y judicial, (2ª ed.) Barcelona: ed. JIMS.

2. E. Núñez de Arco, Manual del conductor y el peatón. Ed. Selecta. La Paz. 1967

3. Walter Osinaga Técnicas de Investigación Criminal y Criminalística. La Paz: Ed. Edbil, p. 405-486

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

o inobservancia de las leyes, reglamentos, órdenes o resoluciones.

Art. 155.- ACCIDENTES FORTUITOS.- Son accidentes fortuitos cuando el resultado antijurídico no ha podido preverse y se ha debido a circunstancias casuales ajenas a la voluntad del agente.

Los jóvenes, son quienes más disfrutan de los coches rápidos, pero al mismo tiempo, las colisiones en las vías de tránsito son la principal causa de defunción entre los jóvenes de 10 a 24 años. Según un nuevo informe publicado por la Organización Mundial de la Salud (OMS): "Los jóvenes y la seguridad vial", señala que cada año mueren casi 400 000 jóvenes de menos de 25 años como consecuencia de colisiones en vías de tránsito, y varios millones más sufren heridas o quedan discapacitados. [4]

En nuestro país, los datos del Instituto Nacional de Estadística (INE) dan cuenta de que 492 personas fallecieron y 4.770 resultaron heridas el año 2004. Y según la Policía de Tránsito, hasta noviembre del 2005, registró 5.000 casos de tránsito que involucran desde simples infracciones hasta los sucesos fatales. La oficina de estadística contabilizó para los primeros seis meses del año 2005, 123 personas muertas y 916 heridas. En la ciudad de La Paz cada día: 5,7 personas mueren o resultan con lesiones severas en accidentes de motorizados. [5]

El año 2006, el país se produjo 73 hechos de tránsito por día, entre atropellos, colisiones, vuelcos, embarrancamientos y otros.

4. OMS. Las colisiones en las vías de tránsito, principal causa de defunción entre los jóvenes de 10 a 24 años. Oficina de Información Pública, OMS. www.who.int Ginebra - Suiza. 19 de abril de 2007

5. Periódico La Prensa, 21 de noviembre de 2005, La Paz - Bolivia

La cifra más alta desde el 2000, cuando ocurrían 54 hechos de tránsito diarios, según la Policía [6]. La cifra de muertos y heridos en los últimos 5 años alcanza a 37.529 personas. El Ministerio de Salud dio a conocer que La Paz, Santa Cruz y Cochabamba son las ciudades con mayor incidencia en accidentes de tránsito y registran el 76 por ciento del total de hechos que se producen en todo el país [7]. En Oruro diez accidentes de tránsito ocurren cada fin de semana, viernes, sábado y domingo se registran un promedio de diez casos, de estos el promedio de muerte es de tres a cinco y en su generalidad la causa es el estado de ebriedad del conductor. [8] "El departamento de La Paz, tiene una tasa de mortalidad muy por encima de la tasa nacional, la misma que alcanza a 12 x 100.000 habitantes para el 2003, con un número de muertos y heridos que superan por mucho a los otros departamentos del país. Sin embargo, el departamento de Pando, llama la atención con tasas muy elevadas que se mantuvieron así en los últimos 5 años entre 28 y 55 x 100.000 habitantes. Esto seguramente atribuible al predominio de vehículos motocicletas, usadas como transporte público, en los cuales no se observa la aplicación del Código de tránsito sobre uso de cascos de seguridad." [9]

El número de hechos de tránsito en Bolivia, durante el periodo de 1999 al 2003, fue en total: 98.798

6. Periódico "La Razón", 24 de abril de 2007, La Paz - Bolivia

7. Periódico "Jornada" 08 de abril de 2004, La Paz - Bolivia

8. Periódico "La Patria", 8 de abril de 2004. Oruro - Bolivia

9. Ministerio de Salud y Deportes, Accidentes de tránsito en Bolivia: situación en el último quinquenio / Ministerio de Salud y Deportes; Policía Nacional; Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. — La Paz: OPS/OMS, 2004.

Año	Número de accidentes
1999	24.799
2000	19.834
2001	19.239
2002	16.468
2003	18.458
Total 1999 - 2003	98.798

Las colisiones, el choque a objeto fijo o vehículo detenido y los atropellos, son las clases de accidentes más frecuentes en el país. Le siguen en frecuencia el “embarrancamiento/deslizamiento”, y “vuelcos”.

La cantidad de muertes por lesiones en hecho de tránsito, en nuestro medio, es con mayor frecuencia por embarrancamientos, en las carreteras.

Aparentemente la “imprevisión del conductor”, la “embriaguez al conducir” y el “exceso de velocidad”, son las razones más frecuentes para la producción de hechos de tránsito. Solo en un 2.5% existen razones mecánicas y otras causas mal definidas que podrían considerarse como hechos fortuitos; por lo que en más del 90% de los casos existe alguna responsabilidad y comportamiento humano (factores de riesgo) sobre el cual podrían dirigirse acciones de prevención. En más de la mitad de los hechos denunciados y atendidos por la Policía Nacional, los

accidentes ocurren en “cruce de calles” y “cruce de avenidas”, lo cual estaría indicando la naturaleza predominantemente urbana de este problema.

El Código Nacional de Tránsito sancionado el 16 de Febrero de 1973 (Ley Nº 10135) constituye la norma legal en actual vigencia en Bolivia.^[10] Hasta esa fecha, solo existía el Reglamento de Tránsito y posteriormente el Manual del conductor y el peatón del Coronel Ernesto Núñez de Arco, uno de los proyectistas del Código Nacional de Tránsito. Dicho Manual incluía un código de prudencia y absolutamente todas las señales viales ^[11]

El Código, está dirigido a regular la circulación pública por las vías terrestres de la República. En sus primeros capítulos, brinda una clasificación precisa de vías terrestres y de vehículos, proporciona conceptos y reglas sobre circulación, otorga responsabilidades al Organismo Operativo de Tránsito (dependiente de la Policía Nacional), reglamenta el tema de velocidad y señalización, así como aspectos relacionados con derechos y obligaciones de pasajeros, conductores, peatones y carga.

SOAT

Por otra parte y en relación a los hechos de tránsito, hay un instrumento implementado a nivel nacional, es el Seguro Obligatorio para Accidentes de Tránsito -SOAT- establecido en la Ley 1883/98 y su Reglamento Único (Decreto Supremo 27295/03). En él se establece la obligatoriedad de adquirirlo para todo propietario de vehículo automotor.

10. Policía Nacional. Código y reglamento de tránsito – Decreto Ley 10135 – Resolución Suprema 187444. (3ª ed.) La Paz; U.P.S., 2000.

11. E. Nuñez de Arco, (1967) Manual del conductor y el peatón. La Paz: Ed. Selecta.

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

COMPENDIO DE MEDICINA LEGAL (Núñez de Arco) – Academia Nacional de Policías 3º año

Según los datos de la Superintendencia de Pensiones, Valores Seguros, en su informe del año 2004, [12] el total de vehículos en Bolivia, el año 2003; era de 423.661 y de ellos el 72 % solamente tenía el SOAT. (No incluye motocicletas)

Vehículos	Con SOAT	Total de vehículos
Particular	208.376	301.449
Servicio publico	86.426	122.212
Total	294.802	423.661

Datos de Indemnización SOAT de la Gestión 2005

Departamento	Nº Victimas	Nº Heridas	Nº Victimas Fallecidas
La Paz	386	309	77
Cochabamba	183	135	48
Santa Cruz	239	189	50
Oruro	43	22	21
Potosí	1	1	
Chuquisaca	21	18	3
Tarija	15	11	4
Beni	11	6	5
Pando	-	-	-
Bolivia	899	691	208

Según los datos sobre Accidentes de tránsito en Bolivia, del Ministerio de Salud y Deportes:

12. Superintendencia de Pensiones Valores y Seguros. Bolivia. Estadísticas del seguro obligatorio de accidentes de tránsito. SOAT Gestiones 2001 – 2002 – 2003 – 2004 – 2005

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

COMPENDIO DE MEDICINA LEGAL (Núñez de Arco) – Academia Nacional de Policías 3º año

2.- CAUSAS DE ACCIDENTES

Tabla Nº 2.- Causas de accidentes de tránsito, 1999 – 2003 ^[13]

	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Falla mecánica	163	81	148	208	219	819
Embriaguez	5963	3363	3529	4545	3016	20410
Imprevisión del conductor	2731	12579	0790		8621	49631
Imprudencia del peatón	812	650	801	587	879	3729
Estacionamiento peligroso	59	17	79	49	151	355
Omitir señales de Tránsito	491	438	1055	162	531	2677
Exceso de velocidad	2820	1434	1610	5230	3298	14392
Mala maniobra	1085	464	413	362	472	2796
No dar prioridad	191	150	238	226	313	1118
Cruzar peligrosamente	60	39	129	41	193	462
Carecer de luces	42	11	29	27	68	177
No acatar disp.de Tránsito	150	88	127	66	180	611
Otras causas	162	520	291	55	517	1545
T O T A L	24.729	19.834	19.239	16.468	18.458	98.728
Porcentaje	25.05	20.09	19.49	16.68	18.70	100

13. Bolivia. Ministerio de Salud y Deportes, Accidentes de tránsito en Bolivia: situación en el último quinquenio / Ministerio de Salud y Deportes; Policía Nacional; Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. — La Paz: OPS/OMS, 2004. Modificado de la tabla Nº 3, p. 19

Fuente: Elaboración en base a datos del Organismo Operativo de Tránsito de la Policía Nacional

Tabla Nº 3.- Clases de accidentes

	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Atropellos	3057	3138	3508	3180	3753	16.636
Colisiones	13641	10895	9880	8690	9293	52.399
Choque a objeto fijo/ vehículo detenido	6501	4932	4600	3475	4279	23.787
Vuelcos	866	415	452	401	448	2.582
Embarrancamiento/deslizamiento	410	262	480	449	395	1.996
Caída de personas/pasajeros	240	167	303	267	289	1.266
Incendio	14	25	16	6	1	62
TOTAL	24729	19834	19239	16468	18458	98.728
Porcentaje	25.05	20,09	19.49	16.6	18.7	100

Fuente: Elaboración en base a datos de la Policía Nacional e INE

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

COMPENDIO DE MEDICINA LEGAL (Núñez de Arco) – Academia Nacional de Policías 3º año

Tabla Nº 5.-Muertos por clase de hechos de tránsito, a nivel nacional ^[14]

CLASE DE HECHO	1999	2000	2001	2002	2003	%	T O T A L
Atropellos	258	377	304	289	230	37,52%	1458
Colisiones	132	152	146	127	117	19,09%	674
Choque a objeto fijo	66	53	40	37	25	4,08%	221
Embarrancam/deslizamiento	61	81	99	97	146	23,82%	484
Caída de personas/pasajero	16	35	28	18	23	3,75%	120
Incendio de vehículos	8	1	6	7	0	0,00%	22
Vuelcos	79	102	67	91	72	11,75%	411
TOTAL	620	801	690	666	613	100%	3390
%	18.29%	23.63%	20.35%	19.64%	18.08%	100%	
TASA X 100.000 HAB.	7.53	9.50	8.0	7.54	6.79		

Fuente: Elaboración en base a datos de la Policía Nacional e INE

14.- Bolivia. Ministerio de Salud y Deportes, Accidentes de tránsito en Bolivia: situación en el último quinquenio / Ministerio de Salud y Deportes; Policía Nacional; Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud. — La Paz: OPS/OMS, 2004. Modificado de la tabla Nº 11, p. 26

El Código Nacional de Tránsito da competencias a los organismos para que se elaboren diligencias de policía judicial y al Ministerio Público en casos de accidentes graves, con muertos y heridos ^[15]. Existe, por ejemplo, el Artículo 261 del Código Penal referido a homicidio, lesiones graves y gravísimas en accidentes, en el que la injerencia de alcohol es un agravante que lleva una pena de 3 años a 5 años de cárcel. A pesar de ello, el conductor de la flota El Dorado, recientemente sufrió un hecho de tránsito y se convirtió en el protagonista de una tragedia que cobró unas 30 vidas. Los resultados del examen de alcoholemia revelaron que tenía 1,086, sinónimo de embriaguez. ^[16]

Otro hecho ocurrido el 2005 en la carretera La Paz-Oruro, un choque entre tres flotas, se produjo a unos 60 kilómetros por hora y la destrucción de los motorizados sucedió en 26 segundos. Basta que un vehículo vaya a 12 kilómetros por hora, que las personas no tengan puesto el cinturón de seguridad y que ocurra un hecho de tránsito para que esos viajeros sufran serias lesiones, contusiones y excoriaciones. A 20 kilómetros por hora, un vehículo que impacte contra otro ya puede causar destrozos en el motorizado y lesiones más graves en una persona.

Francia Es el primer país en cuanto a número de muertes por accidente de Tránsito, le sigue el segundo: España, seguido por Portugal y Grecia. En 1990 se rompió la curva de crecimiento, quizás por la apertura de nuevas autovías, la entrada en vigor de

15. Código Nacional de Tránsito, Art. 179.- MINISTERIO PÚBLICO.- Si el accidente es grave, con muertos o heridos de consideración, levantará diligencias de Policía Judicial, remitiendo obrados al Ministerio Público en el término de cuarenta y ocho horas.

16. Periódico "Los Tiempos", 20 de abril de 2007, Cochabamba - Bolivia

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

la Ley de Seguridad vial, mejora del parque automovilístico y a las campañas de prevención, realizadas por la Dirección de tráfico.

3. DEFINICIONES

En general, si hablamos de accidentes de tránsito, también están contemplados los accidentes de vehículos aéreos y marítimos, en este capítulo, nos referiremos a los accidentes de tráfico terrestre. Definiendo el hecho de tránsito como “cualquier evento como resultado del cual el vehículo queda de manera anormal, dentro o fuera de la carretera, o produzca lesiones en las personas o daños a terceros”^[17]

Por ello, debe haber, por lo menos un vehículo en movimiento, en la vía pública, a consecuencia de ello, una o varias personas muertas o heridas, o bien, solo daños materiales. El vehículo puede colisionar con otro u otros vehículos, en movimiento, parados o estacionados; peatones, animales o con otro obstáculo, que bien puede ser otro vehículo parado o mal estacionado.

También puede ser que una persona puede ser arrollada por otro vehículo en el momento que subía o descendía de otro vehículo.

17. M^a Dolores Aroca Bernabeú, (2005) *Estudio médico legal de los cuadros lesivos en los accidentes de tráfico*, Tesis doctoral defendida en junio 2004, en la Universitat de Valencia. Valencia: Servei de Publicacions. P. 7

4. TIPOS DE ACCIDENTES

- Accidente de Tránsito mortal: aquél en que una o varias personas resultan muertas, dentro de las primeras veinticuatro horas.
- Accidente de Tránsito con víctimas: cuando una o varias personas resultan heridas o muertas. (Dentro de los treinta días siguientes)
- Accidente de Tránsito con sólo daños materiales: aquél en que no se han ocasionado ni muertos ni heridos.
- Accidente de vehículo de motor no de tránsito, es cualquier accidente de vehículo de motor que ocurre en su totalidad en cualquier lugar que no sea una vía pública.

La clasificación victimológica es:

- Herido: toda persona que no ha resultado muerta en un accidente de circulación, pero ha sufrido una o varias heridas graves o leves.
- Herido grave: toda persona herida en un accidente de circulación y cuyo estado precisa una hospitalización superior a veinticuatro horas.
- Herido leve: toda persona herida en un accidente de circulación al que no pueda aplicarse la definición de herido grave.
- Conductor: toda persona que, en las vías o terrenos objeto de la legislación de tránsito, lleva la dirección de un vehículo a motor, o a tracción humana (bicicleta) o animal.
- Pasajero: toda persona que, sin ser conductor, se encuentra dentro o sobre un vehículo.

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

- Peatón: cualquier persona afectada por un accidente que, sin ser conductor, transita a pie por las vías y terrenos objeto de la legislación sobre tránsito.

Clasificación Internacional de Enfermedades y problemas relacionados con la Salud. CIE-10 ^[18].

5. ATROPELLAMIENTO

Uno de los más habituales en el atropellamiento, se denomina al encuentro violento entre un cuerpo humano y un vehículo en movimiento. En ocasiones las víctimas son lanzadas por el aire, por el efecto del impacto, y cuando el vehículo lo golpea, la cabeza del lesionado choca primero contra el capó (o cofre) del vehículo y luego contra la carretera. ^[19] Y en relación a las fases del accidente, López-Muñiz se refiere ellas, pero variando en algunos aspectos^[20], aunque manteniendo la clasificación de cuatro fases.

1ª Fase de Impacto

En esta Fase, Se produce la primera acción traumática del vehículo sobre la persona, generalmente en la mitad inferior del cuerpo; piernas, rodillas, (depende de la altura del vehículo) y menor proporción en la mitad superior del cuerpo; por ejemplo en la cabeza. Según Muñoz Tuero ^[21], las lesiones que se ocasionan en el peatón al chocar con el vehículo, dependerán de la velocidad del vehículo, y el choque puede ser único o múltiple,

tanto que en un brevísimo espacio de tiempo el cuerpo puede chocar contra diversas partes del vehículo. El tamaño y la gravedad de las lesiones esta en relación con la velocidad y con la parte del vehículo que causa el impacto.

Se puede observar equimosis, excoriaciones, heridas contusas con o sin fracturas, expuestas o cerradas si el golpe ha sido directo.

Si el peatón se encuentra de pie y con el cuerpo lateralizado, es posible que presente fracturas en fémur y tibia, rotura de ligamentos contralaterales. Pero si el peatón esta de pie y es alcanzado de forma lateral, es posible que sufra fractura de fémur y tibia y, además, rotura de los ligamentos laterales de la rodilla en la extremidad contra lateral.^[22]

En la determinación de las lesiones tiene gran importancia el perfil del vehículo, es el parachoques, cuanto más anguloso mayor posibilidad de que se produzcan fracturas.

2ª Fase de Caída

Como consecuencia del empujón, se produce la pérdida del equilibrio, se produce una lesión "golpe-contragolpe" en la cabeza, que puede ser después de haber impactado en el capó del coche o una caída tras el desplazamiento debido a la fuerza del empujón por la velocidad del automóvil. En ambos casos la caída de la persona será sobre el pavimento o el suelo. Se pueden producir fracturas de cráneo, con lesiones encefálicas o sin ellas, en el resto del cuerpo, se podrán observar equimosis, erosiones y excoriaciones en manos, frente, nariz, rodillas.

18. OMS CIE -10. Clasificación Internacional de Enfermedades.

19. Jouvencel MR. Biocinemática del accidente de tráfico. Los accidentes de circulación en la infancia. Madrid: Ed.Díaz Santos; 2000.p.131-145.

20. López-MuñizGoñi M. Accidentes de tráfico. Madrid: ed. Colex; 1995:196-7.

21. Muñoz Tuero, et al. Apuntes de medicina legal. Madrid; 1981.

22. Guillém Garcia. (1983) *Lesiones osteoarticulares en el accidente de tráfico o circulación.* Madrid: Mapfre Seguridad nº9.

Cuando la víctima es lanzada a mayor o menor distancia. Los Italianos, llaman “caricamento” cuando la víctima es proyectada hacia arriba y lateralmente, viniendo a caer sobre la cubierta del capó y sobre el parabrisas.^[23] Las lesiones que se producen difieren de las caídas ordinarias por su localización, y porque la rotura del cristal del parabrisas origina heridas múltiples típicas. Cuando la caída es sobre el pavimento o suelo, las lesiones más frecuentes son las excoriaciones producidas por la grava.

Hay placas (equimóticoexcoriativas) apergaminadas equimóticas en las manos y en las partes salientes del cuerpo, y diversas contusiones y heridas con fracturas e incluso lesiones viscerales graves.

Estas lesiones, al contrario de las del choque, predominan en la cabeza, (traumatismo craneal, con o sin afectación de masa encefálica) brazos, antebrazos y manos. Puede producir lesiones viscerales a tres niveles:

- a) Tórax (Pulmón, corazón)
- b) Abdominales (Rotura del bazo, desgarros hepáticos y rotura de grandes vasos)
- c) Vísceras pélvicas. Rotura de vejiga y uretra.

3ª Fase de Arrastre.

23. Oscar Lossetti, Fernando Trezza y José A. Patitó, Accidentes de Tránsito: Consideraciones Médico-legales, lesionológicas y tanatológicas, Argentina: Cuadernos de Medicina Forense. Año 2, Nº3, Pág.7-15

Se producen desgaste y desgarros de ropa, piel y tejidos, en ocasiones llegan hasta hueso. Hay excoriaciones lineales en partes expuestas. Y la ropa y el cabello pueden tener, tierra, arena, pasto, dependiendo el lugar de los hechos Cazzaniga,^[24] dice que es la fase de acercamiento, cuando el vehículo, alcanzando el cuerpo caído, entra en íntimo contacto con él, para decidir, por así decirlo, si apartarlo o sobrepasarlo. Y yo añadido arrastrarlo.

Si lo aparta, es produciendo un desplazamiento del cuerpo del peatón, por la fuerza y velocidad del vehículo. Puede haber un “arrastramiento”, la víctima puede ser arrastrada durante un trayecto más o menos largo, al engancharse ropa en cualquier parte saliente de la zona baja del vehículo. Produciendo además, excoriaciones lineales en partes expuestas. Si en el arrastre se origina el choque del cuerpo contra piedras u otros obstáculos se pueden producir heridas contusas, amputaciones, o decapitaciones completas.

4ª Fase de Aplastamiento

Puede que el vehículo no haya podido apartarlo y lo sobrepasa, produciéndose la “compresión” o aplastamiento, por lo menos una rueda, pasa por encima del cuerpo caído. Antes o después de la compresión, la víctima también puede ser arrastrada. Cuando el vehículo pasa por encima de la víctima se originan lesiones de compresión al quedar el cuerpo cogido entre el suelo

24. Cazzaniga A. En studio medico legalesopra le mortiaccidental per investimento. En: Archivo di Antropología Criminale, Psichiatria e Medicina Legale.

y el neumático. Aparecen marcas de llantas, desolladuras. Aparecen marcas de llantas, desolladura. Pueden ser superficiales, presentando lesión de la típica placa apergaminada estriada, de múltiples erosiones lineales. Profundas: Fracturas costales múltiples, los pulmones sufren laceraciones, puede haber arrancamiento de hígado, corazón, o luxaciones de columna o doble fractura de pelvis.

Las lesiones que se originan son las más típicas y demostrativas del atropello. Pueden ser:

- a) Superficiales, produciendo una placa apergaminada estriada que originan los neumáticos sobre el cuerpo, y que a veces reproduce el dibujo de las cubiertas. Se produce desprendimientos subcutáneos de la piel, con formación de grandes hematomas y arrancamiento de fibras musculares. Puede haber lesiones superficiales separadas por zonas indemnes, por efecto de la velocidad.
- b) Profundas, por lo que producen en los huesos, fracturas conminutas en el lugar del paso de la rueda, y en zonas blandas: destrozos viscerales, con desgarramiento de hígado, bazo, riñones, pulmones. En este caso tiene más influencia el peso del vehículo que la velocidad. Se trata de las lesiones más típicas y demostrativas de la embestida vehicular, evidenciadas por lesiones equimóticas, excoriativas, excoerivas, excoriativas, equimóticas de carácter figurado, que reproducen la forma de los neumáticos y otras del tipo de los hematomas.

La identificación del vehículo causante del atropello a veces se puede deducir, tras observar el cuadro traumatológico. Un vehículo de gran mole, produce un completo destrozamiento del

cuerpo. Generalmente lo golpea y cae delante del vehículo y hay un cuadro traumatológico producido por aplastamiento. Los vehículos veloces no producen más fases que las de empujón y caída, pero son más traumatizantes que los otros.

5.1. Análisis del atropello por regiones anatómicas. Según M. Ramet y G. Vallet^[25]

Lesiones en la cabeza

Esta lesión afecta a los peatones de forma más grave, produciendo similares lesiones en el conductor, ocasionalmente más graves. Son alcanzados por los vehículos ligeros en el 76 %, por motocicletas en el 16 %. Se observa en cráneo un importante número de heridas, debidas al golpe contra el laminado, el marco de parabrisas, lesiones por arrastre por el suelo y por la caída secundaria después de un golpe contra el automóvil. Las fracturas del cráneo son de todos los tipos, en los hechos por motocicletas, las lesiones son en la parte anterior del cráneo. Las lesiones de la cara son heridas, rasguños o lesiones debidas a la proyección contra el parabrisas del vehículo, también se observan lesiones en el globo ocular. En cambio, las fracturas de la cara, al margen de las fracturas nasales, no se encuentran en gran número.

Lesiones del cuello y de la columna vertebral

Los movimientos casi “acrobáticos” en el curso de la trayectoria del peatón castigan el eje vertebral. Los movimientos de

25. Ramet M, Vallet G. En Tipologie des accidents du trafic routier a partir de 5.459 dossiers. Laboratoire de Chocs et de Biomécanique. Bron (Francia). INRETS, rapport n° 41; 1987.

hiperextensión por la contusión contra las estructuras que golpea la cabeza o hiperflexión debido a la caída dorsal al suelo, producen alteraciones neurológicas.

Lesiones del tórax y de las vísceras endotorácicas. y órganos intratorácicos

Los daños intratorácicos, endotorácicos no son frecuentes, en peatones, salvo que se produzcan por aplastamiento del tórax contra el capó por choque directo con la parte delantera de un vehículo pesado, o en caso de aplastamiento entre el capo del automóvil y una superficie dura; y en ese caso son graves.

La cinemática del peatón es aleatoria, pero un número elevado se golpea contra el suelo, con la parte anterior del hombro.

Lesiones de la cadera y de las vísceras abdominales.

Más frecuentemente, en situaciones en que el peatón es golpeado en choque lateral y se observa un número elevado de casos de fracturas de las ramas ilio e isquiopúbicas. Las lesiones del cotilo asociadas a fracturas de ramas revelan un choque directo. Las lesiones de diafragma, del bazo e hígado están asociadas a lesiones torácicas bajas, o, en el caso del hígado a un traumatismo directo. Por ejemplo en vehículos ligeros, cuando el capó es alto

Lesiones de las extremidades inferiores

Son las características y más frecuentes en el atropello. El peatón sufre el golpe del vehículo, dependiendo de la altura del capo y de la altura del peatón, si es en extremidades inferiores, se observarán contusiones y dependiendo de la velocidad del vehículo, podrán producirse fracturas en el miembro inferior:

una contusión a una altura de 50 0 60 cms., con el parachoques. Produciéndose una fractura, el peatón se agacha, y el capo impacta sobre el fémur, en choque directo, que variara en relación a la parte del vehículo (capo del motor, los faros, accesorios). La fractura de la extremidad inferior del fémur tienen repercusión sobre la articulación de la rodilla provocando curaciones tardías; pero más frecuentemente las rodillas sufren por la caída al suelo, aunque puede ser también golpeadas, produciendo lesiones articulares, debido al movimiento del vehículo, produciéndose consolidaciones tardías. Producen lesiones de ligamentos en la rodilla. Y debido al movimiento envolvente hacia delante de los vehículos ligeros, producen politraumatismo.

Lesiones en el conductor

Las principales lesiones que se encuentran en el conductor son:
^[26]

Región frontal: mitad izquierda (marco de parabrisas):

Cara: excoriaciones y heridas incisivas causadas por vidrio de parabrisas;

Cuello: movimiento de latigazo (lesiones en columna cervical);

Tórax: por compresión o por impacto del volante, especialmente en mitad izquierda;

Abdomen: laceraciones de hígado, bazo, páncreas y mesenterio:

26. Barral R. & Nuñez de Arco J. & Caballero D. (2004) Aspectos de la Medicina Legal en la Práctica Diaria. Guía para profesionales de los servicios públicos de salud. La Paz: Ed. OPS/OMS. p. 23.

Miembros superiores: fracturas de antebrazos (tenos sobre volante);

Miembros inferiores: fracturas de hueso iliaco y cuello de fémur, marcas de pedales de freno y cambio en suelas de zapatos.

Los traumatismos en el motociclista son generalmente:

Fractura de la base del cráneo, detrás de las alas mayores del esfenoides en el piso medio ("fractura del motociclista")

Fractura "en anillo" alrededor del foramen magnum o agujero magno, por trauma sobre occipucio (piso posterior).

En la revista española Tráfico, nº 132, septiembre/octubre 1998, según fuentes de Renault y Volvo, en los estudios que ha hecho sobre maniqués, son siete las partes del cuerpo humano en las que se concentran los puntos de medición, ya que representan el mayor número y más graves lesiones que se sufren en los accidentes.

1. Cabeza. Por la aceleración lineal se producen impactos frontales y que puede hacer que la cabeza se golpee contra el volante. Más frecuente: fractura de hueso frontal. Frecuencia: coma 0,5%, lesión cerebral mortal: 5,7%.
2. Cara. Puntos de contacto con el parabrisas, volante, etc. Más frecuente: fractura maxilo facial. Frecuencia: 6,4%.
3. Cuello. Lesiones: fracturas cervicales. Frecuencia: 6,4%.
4. Pecho. Por la aceleración del pecho y de las costillas, y en la vértebra doce dorsal, que indica el índice de traumatismo

torácico. Posible aplastamiento. Lesiones: fractura de costillas con hemorragia interna. Frecuencia: 19% para el conductor, 28,8% para el pasajero.

5. Abdomen. En colisiones laterales, hay tres puntos. Lesiones: hemorragias internas. Frecuencia: 24,1%.
6. Cadera. Se miden las fuerzas de aceleración en el centro de la cadera, hay dos puntos de contacto. Frecuencia: 8,6%.
7. Piernas y pies. En colisiones frontales graves, la rodilla se empotra en el salpicadero, produciendo fracturas de fémur. Lesiones: fracturas de diversos tipos. Frecuencia: 32,2%.

Lesiones en los ocupantes.

En cabeza, azote o golpe contra partes internas del vehículo. Otras partes del cuerpo que chocan contra partes del vehículo, ambas por el efecto de la inercia:

Cuello: movimiento brusco de latigazo (lesiones en columna cervical);

Abdomen: laceraciones de hígado, bazo, páncreas y mesenterio, por aplastamiento a causa de vuelco del vehículo.

Choque o caída fuera del vehículo. Miembros superiores: fracturas de antebrazos. TCE

Intoxicación por monóxido de carbono. Quemaduras por la explosión del vehículo

Las lesiones de los ocupantes, también están en relación al grado de desaceleración del vehículo (depende de la velocidad) y el grado de desaceleración del ocupante del vehículo, que

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

siempre es mucho después (el vehículo desacelera más rápido)
principales lesiones que se encuentran en el conductor son: [27]

Lesiones en general por región

Lesiones craneoencefálicas [28]

A pesar de los avances de la ciencia, el Traumatismo Cráneo Encefálico (T.C.E.) permanece como la primera causa de mortalidad e incapacidad. En al menos el 42% de los politraumatismos, el T.C.E. contribuye al fallecimiento.^[29] Los air-bag, reducen la posibilidad de lesión cerebral en los accidentes de automóvil en un 25%.^[30] Y según Rosemblack y cols.^[31], las muertes en accidente de tráfico se reduciría en un 6,5% si los coches llevasen air-bag, y los ocupantes usaran el cinturón de seguridad.

Fracturas de cráneo.
Linear sin hundimiento.
Con hundimiento.
De base de cráneo.
Fracturas de huesos faciales.
Lesión intracraneal:
Focal:
Extra axial
Hematoma epidural. .

27. Barral R. & Nuñez de Arco J. & Caballero D. (2004) Aspectos de la Medicina Legal en la Práctica Diaria. Guía para profesionales de los servicios públicos de salud. La Paz: Ed. OPS/OMS. p. 23

28. Vaquerizo C. Traumatismos craneoencefálicos. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidente de tráfico; 1999 Febrero 26-27; Madrid.

29. Murillo F. (1996) Epidemiología del traumatismo craneoencefálico. En traumatismo craneoencefálico grave. Barcelona: A.Net y L. Marruecos-SantSpringer-Verlag Ibérica.

30. Jagger J y cols. Neurosurgery 1987; 20:815-7.

31. Rosemblack M y cols. N.E.J. Med 1991 Nov 21; 325(21): 1518-9.

Hematoma subdural.
Hemorragia intracerebral y contusiones.
Difusa:
Conmoción.
Lesión axonal difusa.

Gennarelli^[32] empleando modelos de primates, llegó a la conclusión de que la fractura craneal depende de las propiedades físicas del cráneo, del área de contacto del agente que impacta sobre el mismo y de la velocidad del impacto. Por lo que un objeto pequeño, que golpea el cráneo, a gran velocidad tienden a producir fracturas con hundimiento. La pérdida de conciencia depende de la aceleración a la que la cabeza se ve sometida. El cráneo está formado por 22 huesos, 8 de los cuales son huesos propiamente craneales, el resto son faciales. En esos 8 huesos craneales, finos, es donde se originan con más frecuencia las fracturas, por extensión de una fractura de la bóveda craneal, la fractura basilar, del esfenoides en dirección hacia la silla turca y al surco etmoidal aunque son zonas de mayor grosor óseo.

Fractura de huesos faciales

El esqueleto óseo facial se divide en tercios: superior, formado por el hueso frontal, medio formado por 14 huesos (maxilares, malares con el arco cigomático, nasales, lagrimales, palatinos, cornetes, vómer y etmoides que están unidos entre sí por las suturas faciales formando una auténtica unidad funcional y el

32. Gennarelli TA. Head injury biomechanics: a review. In Head Injury Mechanisms, AAAM Symposium Report. New Orleans; 1987.

tercio inferior formado por la mandíbula ^[33]. Este conjunto óseo delimita una serie de cavidades: órbitas, fosas nasales, senos paranasales y cavidad bucal asiento de importantes funciones (vista, olfacción, fonación, gusto, masticación y deglución) de ahí las potenciales alteraciones funcionales, además de estéticas de este tipo de fracturas.

La severidad de la fractura aumenta cuanto mayor es la velocidad de impacto pues supone una mayor fuerza pico desarrollada en el área del impacto. Así, con el aumento de la velocidad las fracturas iniciadas en la región cigomática se propagan a otras regiones tanto unilaterales como contra laterales (maxilar y órbita). La fuerza aplicada a una estructura tiende a propagarse por la zona más compacta, que no es necesariamente el segmento con mayor resistencia o por el área que proporciona la mayor resistencia al desvío de esa fuerza.

En un estudio llevado a cabo por Yoganandan observa menor trauma facial en volantes con absorción de energía respecto a los volantes convencionales a similares velocidades de impacto.^[34]

Las fracturas de los huesos faciales se dividen didácticamente en fracturas de tercio superior (principalmente fracturas frontales y etmoidales), inferior (mandíbula) y tercio medio que suponen siempre fractura del hueso maxilar.

En cuanto a las fracturas maxilares, es frecuente que ocurran en ambas ramas debido a la particular forma de este hueso (al ser simétrico la fuerza ejercida en uno de los lados se transmite al otro).

Otra zona frecuente son los cóndilos que es la parte más débil del maxilar justo debajo de la articulación temporo maxilar. En el caso de los niños, las fracturas de cóndilo tienen peor pronóstico, pues el cóndilo es uno de los centros de crecimiento más importantes de los maxilares pudiéndose producir micrognatias, latero desviaciones o incluso anquilosis de dicha articulación ^[35].

Las fracturas del tercio medio de la cara fueron estudiadas por Rene Le Fort al comienzo del siglo XX y todavía se conserva la clasificación que realizó. Hay tres tipos, asociados a la fractura del maxilar indicando mayor fuerza del impacto y mayor repercusión funcional según se avance en la clasificación. En la fractura Le Fort I se separa el paladar del resto del cráneo, en la II el paladar superior y la nariz y en Le Fort III se separa el tercio medio de la cara del resto del cráneo (disyunción craneofacial) fracturándose también el hueso orbitario y el zigoma y el arco zigomático.

La mayoría de fracturas complejas y severas de la zona media de la cara son el resultado de accidentes de tráfico.

33. González Cueva J, Marzán Choya R. Traumatología ósea maxilofacial. En: Moreno J., Vincent Urgenciasquirúrgicas. Ela; 1992; Madrid.

34. Yoganandan N, Sances A. Traumatic facial injuries with steering wheel loading. The Journal of Trauma, 1991;31(5):699-710

35. González Cueva J, Marzán Choya R. Traumatología ósea maxilofacial. En: Moreno J., Vincent Urgencias quirúrgicas. Ela; 1992; Madrid.

Lesiones intracraneales FOCALES:

Hematoma subdural.

Se puede formar el hematoma subdural, sin necesidad de un golpe, simplemente por las fuerzas de aceleración, la duramadre (membrana fibrosa firmemente adherida a la cara interna del cráneo) se puede desdoblarse y producir una ruptura de los senos venosos que drenan en la vena yugular interna.

Hematoma epidural.

Pero también, por desgarro de los vasos de la duramadre (arteria meníngea media), se forman los hematomas epidurales. En un 80% relaciona con una fractura de cráneo lineal temporal o parietal.

Hemorragia intracerebral y contusiones

Las contusiones son el tipo de lesión más frecuente en T.C.E., se encuentran en aproximadamente el 50% de los T.C.E. graves. Son lesiones primarias originadas en el momento del impacto a partir de fenómenos de:

- a. Contacto directo: la lesión se produce por golpe directo bajo el punto del impacto o por contragolpe en el lado opuesto al del impacto. El que se produzca una u otra depende de la dirección de la fuerza: impactos en la zona frontal generalmente dan lugar a lesiones en esa zona mientras que impactos en zona posterior y lateral pueden provocar lesiones por contragolpe.^[36] Las lesiones directas son consecuencia de fuerzas bien dinámicas o translacionales.

- b. Mecanismo indirecto: fenómenos de aceleración-desaceleración que provocan una fricción del córtex sobre la tabla interna (el contenido intracraneal es puesto en movimiento sin contacto físico directo de la cabeza con otro objeto).

- c. Secundarias a una herniación cerebral.

Las contusiones cerebrales se sitúan a nivel de la corteza cerebral y suelen acompañarse de un componente de hemorragia subaracnoidea, se da en un 15 a 50% de los T.C.E. graves y es indicador de gravedad en el T.C.E. grave, con peor pronóstico vital y funcional respecto a la no presencia de hemorragia subaracnoidea. La hemorragia intracerebral puede ocurrir en cualquier localización también por mecanismos directos e indirectos ya descritos anteriormente. La intraventricular e intracerebelosa se asocian a alta mortalidad.

Lesiones intracraneales DIFUSAS:

La conmoción Cerebral, es una pérdida transitoria de conciencia generalmente asociado a un corto período de amnesia, sin signos clínicos localizadores y sin alteraciones macro ni microscópicas cerebrales (algunos autores describen alteraciones bioquímicas y ultraestructurales como deplección mitocondrial de ATP e interrupción local de la barrera hematoencefálica. En las formas más leves de conmoción ni siquiera hay pérdida de conciencia, solo amnesia y confusión temporal.

Las lesiones difusas se producen típicamente por mecanismos de aceleración-desaceleración en que todo el contenido encefálico

36. Ingersoll CD. Long Term effects of closed head injuries in sports. Injury Clinic, 1993; 16(5):343-54.

roto en el interior de la bóveda craneal.^[37] El mecanismo de pérdida de conciencia en la conmoción parece ser una disfunción electrofisiológica transitoria del sistema reticular activador en la parte superior del mesencéfalo debido a la rotación de los hemisferios cerebrales sobre un tronco encefálico relativamente fijo. La mayoría de estas lesiones se producen por accidentes de tráfico que es cuando se producen fuerzas de aceleración duraderas a diferencia del T.C.E. por precipitación que se asocian con más frecuencia a hematoma extraaxial o intracerebral.

La aceleración que sufre el tejido cerebral puede ser lineal o rotacional siendo mayor el daño producido con esta última; también tienen mayor significación lesional los movimientos laterales de la cabeza respecto a los antero posteriores.

Lesiones en la columna vertebral.

La lesión aguda de la médula espinal es una patología invalidante por definición de gran repercusión social y económica, que afectará a individuos jóvenes, en edades comprendidas entre 16 y 35 años.^[38]

Socialmente representa un gran problema de tipo moral en las personas afectadas y sus familias, debido a los enormes y definitivos cambios en su entorno social, familiar y en la forma y estilo de vida, condicionados por el grado de incapacidad residual de la lesión, son el 50 % de los accidentes de tránsito.

37. Sheps S, Thibault LE. A proposed tolerance criterion for diffuse axonal injury in man. *J. Biomechanics*, 1992; 25 (8): 917-23.

38. Martínez Monzón C. Traumatismos raquimedulares. II Curso de Introducción de Biomecánica de lesiones en accidentes de tráfico; 1999 Febrero 26-27; Madrid.

Lesiones en la columna cervical.

Son lesiones por impacto directo sobre la cabeza, transmitida a la región cervical. Cuando un vehículo se detiene repentinamente en caso de una colisión o cuando es golpeado desde atrás, el cinturón de seguridad impide que el cuerpo sea lanzado hacia adelante, pero la cabeza puede moverse bruscamente hacia adelante y luego hacia atrás, ocasionando esta lesión en el cuello. Lesiones por movimientos de flexión o extensión forzada sin impacto directo sobre la cabeza. Son características de un hecho de tránsito y se las ha denominado esguince cervical o "latigazo cervical"

El síndrome del latigazo o "whiplash",^[39] es una lesión por aceleración y desaceleración, por hiperextensión o "cup du lapin", es un cuadro de dolor vinculado generalmente al choque de un vehículo desde atrás y al movimiento de la cabeza con hiperextensión seguida de flexión.

El estudio de esta patología tiene su origen en 1928, cuando el Dr. Harold E. Crow informó a la Asociación Ortopédica del Oeste en los E.E.U.U. de 8 casos de lesiones cervicales, resultantes de choques de automóvil, y utilizó el término "latigazo" por primera vez. Más tarde, del mismo autor (1963) escribía que la utilización del término latigazo, era "desafortunado" ya que pretendía que el término fuese una descripción del movimiento y no el nombre de una entidad patológica. Y que no era aceptable, que la columna por su estructura se compare a un látigo. Una revisión efectuado por el Dr. J. M. Pearce del Department of Neurology Hull Royal Infirmary (United Kingdom) sobre 2352 casos reportados por el

39. Pablo Rubén Koval en <http://www.dolor-pain.com/whiplash.html> consultado el 27/julio/07

Motor Accidents Board in Victoria, concluye que no existe una definición aceptable del Síndrome Whiplash, pudiendo definirla como una colección de síntomas que siguen el traumatismo del cuello usualmente por hiperextensión y flexión, frecuentemente como resultado de accidentes de autos.

Pero hasta hoy, se sigue usando la denominación de latigazo cervical y la lesión es objeto de muchos artículos médicos. Y es una de las lesiones que mas demandas de reclamación de daños causa. Y también hay discusión sobre los días de incapacidad, en mi opinión, “la presencia de un Síndrome del Latigazo puede requerir más de 30 días para su curación;....”^[40] Parmart y Raynakers^[41], refieren que en un grupo de 100 pacientes con esguince cervical tras colisión de automóviles; el 50% tenían dolor significativo a los 8 meses, que descendió al 22% a los 2 años y al 18% a los 3 años. A los 8 años, el 45% no referían dolor y el 14% tenían dolor significativo. Se observó que la posición en el asiento delantero, el desarrollo de dolor en las primeras 12 horas tras la lesión, así como un cuadro anterior de dolor cervical y alteraciones degenerativas en la radiología se asociaron con una duración más larga del dolor. Hay estudios que han demostrado una preponderancia en mujeres y se ha sugerido que los ocupantes del asiento delantero sufrirían más efectos que los conductores^[42].

Con frecuencia, la persona siente dolor y rigidez en el cuello durante las primeras semanas después de presentarse la lesión. Luego, la persona se siente mejor, pero el dolor y la rigidez

pueden retornar varios días más tarde. En un estudio realizado en 29 pacientes con seguimiento a los seis meses, las personas que no se percataron del choque inminente tuvieron una probabilidad mayor de sufrir síntomas persistentes y/o signos de esguince cervical en comparación con los que lo percibieron. A los 6 meses, 10 pacientes (34%) se habían recuperado completamente sin signos ni síntomas de esguince, mientras que 19 (66%) todavía tenían evidencia de lesión. Estas lesiones en un 10 %, pueden causar afectación significativa, un estado crónico derivado de lesiones con base fisiopatológica, a nivel C4-C7 y alterar su trabajo y calidad de vida durante años.

Lesiones torácicas

El traumatismo torácico, es la causa fundamental de muerte en un 25% de los traumatismos, porque incluye traumatismo sobre corazón, grandes vasos intratorácicos, pulmones y caja torácica.^[43]

En nuestro país, la causa fundamental de este trauma son los accidentes de tráfico, a mucha distancia del resto de etiologías como son las caídas, los accidentes deportivos o las agresiones. Esta distribución etiológica hace que la gran mayoría de los traumas torácicos atendidos en nuestro medio son cerrados, a diferencia de otros países como Estados Unidos, en que más del 40% de los mismos son penetrantes.

40. Reynaldo A. Ludueña, Síndrome del Latigazo (Whiplash). Consideraciones Médico Legales, Argentina: Cuadernos de Medicina Forense. Año 2, N°3, Pág.67-72

41. Parmart HV, Raynakers R. Injury, 1993; 24 (2): 75-8.

42. Porter BR. Med. J, 1989; 298: 973

43. José R. Ramos Vértiz. Concepto del Politraumatismo. En: José R. Ramos Vértiz, Enrique M. Ceballos, Alejandro J. Ramos Vértiz. TraumatOrtop. 1ra ed. Editorial Ergon, 1984: 373-374.

En los hechos de tránsito, el mecanismo de producción, suelen ser los choques frontales y laterales

El traumatismo abdominal

Los hechos de tránsito son responsables del 60% de los traumas abdominales. el 20% de las lesiones que llegan a necesitar intervención quirúrgica. Las lesiones por traumatismos abdominales penetrantes, son secundarias a la trayectoria del objeto penetrante o del proyectil. Pero puede haber, trauma abdominal cerrado, debido a la deceleración, produciendo disrupción visceral por estallido de órganos, (hígado, el bazo y los riñones) por los aumentos de presión.

Lesiones en los miembros

Si el conductor en el momento de los hechos tenía el codo asomado a la ventanilla, puede haber un fractura baby-car, por cizallamiento del codo. Puede haber:

Fractura del húmero-olécranon.

Lesiones en pelvis, las hemorragias por fracturas pélvicas pueden llegar a exanguinar al paciente. La mortalidad puede pasar del 50%, cuando la fractura pélvica es abierta.

Puede haber lesiones rectales y genitourinarias.

Lesiones de la articulación coxofemoral, lesiones en el fémur, fractura de cuello de fémur, lesiones en rodilla. Fractura de rótula. Fracturas en cadena (fractura de rótula, fractura de cuello femoral, fractura de luxación de cadera). Lesiones y fractura de los huesos de la pierna y pie, Traumatismo tibio-tarsiana, Fracturas bimaleolares, etc.

Traumatismos por accidente de automóvil en la mujer embarazada^[44]

En las embarazadas, a medida que el útero grávido se agranda, se torna más vulnerable y pueden enmascarar signos típicos de irritación peritoneal, por la laxitud y distensión abdominal. Además, el útero agrandado al desplazar intestino y otros órganos puede dar signos variables.

Las colisiones frontales a poca velocidad presentan traumatismos menores, pero si la velocidad es superior a 80 km/h determinan accidentes graves hasta fallecimiento del feto por desprendimiento placentario^[45]. En ocasiones, se produce rotura del útero donde actúan las fuerzas traumáticas directas o contragolpe.

La muerte de la madre conduce a la muerte del feto, pero si sobrevive a una lesión por desaceleración, la causa más frecuente de la muerte fetal es el desprendimiento de la placenta “abruptioplacentae” que suele suceder después del primer trimestre. En ocasiones, el cráneo fetal puede ser destrozado en lesiones que fracturan la pelvis materna, bien por el cinturón de seguridad, que no usa banda que afirme el hombro, o por la hebilla y el promontorio sacro puede aplastar el cráneo.

Traumatismos por accidente en la infancia.^[46]

44. Jouvencel MR. Biocinemática del accidente de tráfico. Traumatismos de automóvil en la mujer embarazada. De la obra de Barret SM, Traumatismos en el embarazo de la obra, Politraumatismos (o.c.,RJ Wilder).p.203-17.

45. 7 Días Médicos 360, 27.3.98, Madrid

46. Jouvencel MR. Biocinemática del accidente de tráfico. Los accidentes de circulación en la infancia. Madrid: Ed.Díaz Santos; 2000.p.147-53.

Los mecanismos traumáticos en el niño varían, la muerte en los niños se produce de manera instantánea por traumatismos craneo encefálicos, graves a severos, (65% de las muertes se producen en las primeras 48 horas) o a los pocos días por deterioro progresivo del sistema nervioso central.

Junto a esta vulnerabilidad de la población infantil (muy especialmente en los primeros meses de vida), hay que tener en cuenta lo que se ha denominado “punto de partida”, es decir, el lugar que ocupaba la víctima en el vehículo en el momento de los hechos, así como su posición. Especialmente dramática resulta la colisión del niño que viaja atrás, de rodillas sobre el asiento, mirando por la ventanilla trasera: su cuerpo es lanzado de espaldas contra el asiento delantero, donde se arquea con fuerte sacudida de la cabeza, vuelve a rebotar contra el asiento trasero y cae de espaldas al piso del vehículo; un niño viajando de pie sobre el asiento trasero es lanzado, en el momento de la colisión, por encima del asiento delantero, para estrellarse contra el tablero.^[47]

6. INVESTIGACIÓN DE HECHOS DE TRÁNSITO

Hay que diferenciar lo que es un Informe de accidente de tránsito:

Dónde y cuándo sucedió el hecho, (día y hora)

Quien o quienes conducían el vehículo, las personas damnificadas y un relato breve de la forma en que sucedió el accidente, daños materiales, conductor, peatones, pasajeros, etc.

47. Cal y Mayor R. Manual de reeducación y seguridad vial. México: Ed. Simusa; 1978.p.113-117.

Y el informe de la investigación:

- a) Como sucedió el hecho? (circunstancias)
- b) Porque sucedió el hecho.? Causa Móvil
- c) Quien o quienes son los responsables?. Conductor, peatón, propietario, mecánico, fallas de las vías, época, visibilidad, etc.)^[48]

Para que se produzca un hecho de tránsito, confluyen una o varias causas o factores en la producción del accidente imputables al propio conductor, a la víctima, o al entorno (Administración) Para nuestro caso, precisamos saber cual ha sido la biomecánica en producción de las lesiones y la determinación de las responsabilidades. Baker^[49] dice que la causa de un accidente es cualquier comportamiento, condición, acto o negligencia sin el cual el accidente no se hubiera producido.

Para la obtención de datos, Perrin y cols.^[50], consideran importantes los siguientes aspectos:

- Recogida de información sobre el escenario del accidente en tiempo real.
- datos médicos (ficha del lesionado):

48. Walter Osinaga Técnicas de Investigación Criminal y Criminalística. La Paz: Ed. Débil, p. 406-407

49. Baker SP, Robertson LS, O'Neill B. Fatal pedestrian collisions. Driver negligence. Am J Pub Health 1974; 64: 318-25.

50. Perrin C, Cavallero C, Bonnoit J, Fernández F. Enquête multidisciplinaire sus les accidents de la circulation. INRETS, Laboratoire de Biomécanique appliquée, Marseille, France. III Coloque National sus la Sécurité Routière; 1996 Dic 5-6; Casablanca, Marruecos.

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

- datos de carácter general (edad, peso, talla, utilización de gafas, etc.)
- Informaciones médicas hospitalarias (seguimiento del lesionado, hasta su curación o fallecimiento).
- Control de los vehículos: Vehículos implicados.
- Deformaciones del habitáculo y las zonas de intrusión.
- Interior del vehículo.
- Control del funcionamiento de los sistemas de seguridad.

Datos de la escena

- señalamiento del lugar del accidente.
- intersección.
- maniobras.
- características geométricas.
- equipamiento de la carretera
- Vehículos, estructura y carrocería.
- identificación del vehículo.
- Obstáculo principal en el choque. _ Vehículo, habitáculo y equipamientos.
- Deformación exterior del vehículo.VDI: “VehicleDeformationIndex”.
- Deformación del habitáculo.VIDI: “Vehicle Interior DeformationIndex”.
- Deformación-Disfunción-Impacto (IDD, que permite caracterizar el comportamiento de los componentes del habitáculo, y se codifica de acuerdo con los mismos principios de la escala de lesiones AIS90).

Informaciones Médicas de los ocupantes.

- informaciones generales.
- informaciones médicas a la admisión (severidad de las lesiones).

- informaciones médicas a la hospitalización: Imágenes (fotografías, diapositivas; otros documentos médicos, como radiografías, etc.).

Para saber cuál ha sido la biomecánica en la producción de las lesiones, precisamos reconstruir el mecanismo que explique la patogénesis, pero debe ser fundamentada en una orientación razonada, buscando la concordancia entre las lesiones aparecidas y las circunstancias del accidente. Entre las condiciones del hecho: Vehículos implicados. Características de los ocupantes. Gravedad de las lesiones. Discusión del nexa causal. Aunque “la interpretación de las lesiones es principalmente una cuestión de sentido común, de ese sentido que, desgraciadamente, no se enseña en muchas facultades y universidades” F.Camps^[51]

Las causas o factores que interaccionan en los hechos de tránsito:

- a) Relativos al vehículo: fallas mecánicas.
- b) Relativos al entorno: lluvia, nieve falta de visibilidad, estado de la carretera.
- c) Relativos al propio conductor o factor humano.

51.- F. Camps (1963) Lesiones por accidente de tráfico y reconstrucción del mecanismo de su modalidad. Primer Congreso de la Asociación Internacional de Medicina en los Accidentes y del Tráfico; 1963 Abril 25-30; Roma. Boletín de Información de la Asociación Nacional de Médicos Forenses, nº 40, 41 y 42 (abril, mayo y junio de 1963).

Descuidos o despistes en la conducción.

Somnolencia (atención a los fármacos y drogas de abuso).

Falta de respeto a las señales de circulación.

Imprudencias.

Dentro de esta recogida de datos, interesa indagar los “factores accidentógenos”, según T. Brenac^[52], que son aquellos que permiten comprender las disfunciones que han llevado al accidente dentro del sistema hombre/ vehículo/ infraestructura-entorno. Son elementos explicativos, que contribuyen a la producción de la colisión, y están dentro del sistema: hombre/vehículo/infraestructura-entorno. Y para el análisis del accidente, dice que hay un punto de ruptura o acontecimiento constitutivo de la situación del accidente, una evolución espacio-temporal observable exteriormente.

En el análisis de los hechos de tránsito, se puede distinguir dos acontecimientos sucesivos:

- a) Choque del vehículo contra un obstáculo. Vehículo contra el obstáculo. Apertura contra el obstáculo. Penetración del cuerpo extraño en el habitáculo: motor y obstáculo. Deformación peligrosa de las estructuras: choque frontal. Vuelcos, y el del ocupante contra el vehículo.

52.- Brenac T. (1997) L'analyse séquentielle d'un accident de la route. Comment la mettre en pratique dans le diagnostic de sécurité routière. Publicado por el INRETS, dentro de la serie Outils et méthodes, nº 7; marzo.

- b) Choque del hombre contra el vehículo: fijación del hombre, volante y accesorios, columna de dirección, forma y estructura del volante, retrovisores, palanca del cambio, freno de mano, botones diversos del interior del vehículo, paredes del habitáculo, materiales con capacidad amortiguadora, cristales.

De manera similar a como se investiga cualquier escena de los hechos, se debe seguir las fases iniciales, la metodología propuesta y que además es de uso y conocimiento de cualquier policía del mundo, pero que es imprescindible obtener datos respecto al vehículo, su análisis y desplazamiento y un análisis de la patogénesis lesional.

Relativos al vehículo

- Colisión de vehículos contra un objeto fijo.
- Análisis de daños y roturas en componentes con apoyo de microscopía óptica y electrónica
- Ensayos estáticos y de fatiga
- Fotogrametría en dos y tres dimensiones
- Diagnóstico de motores
- Fotografía y vídeo
- Colisión de dos o más vehículos: Caracterización de condiciones críticas de circulación de vehículos mediante acelerómetros
- Colisión de un vehículo contra un peatón.
- Fotografía y vídeo
- Planimetría
- Desplazamientos
- Volcadura: Caída de una persona desde un vehículo en movimiento.

Análisis y cálculo:

Dada la complejidad de un hecho de tránsito, hace que sea necesario hacer cálculos y análisis realizados a partir de los datos disponibles. Análisis de problemas de visibilidad mediante recreaciones del accidente en el lugar de los hechos, desde puntos de vista del conductor, del testigo, peatón, etc. y además, teniendo en cuenta las circunstancias ambientales (luminosidad, lluvia, niebla, etc.), del vehículo, de la infraestructura de la carretera, etc. También podemos usar software con incorporación de formulaciones analíticas y numéricas, y con modelos dinámicos propios para simulación del comportamiento de vehículos.

Algunas lesiones, se producen por impacto directo con las partes duras del interior del mismo. Como elementos potencialmente lesivos conviene recordar, en especial, el salpicadero, el volante, espejo retrovisor, parabrisas (en muchos casos causa el 50% de las lesiones a los ocupantes del asiento delantero), los asientos delanteros en los ocupantes de los posteriores.

El pasajero del asiento delantero, que va junto al conductor, tiene el doble de posibilidades de resultar lesionado que éste, y los pasajeros de atrás son quienes las tienen menores.

Daños apreciados en el vehículo o vehículos que han intervenido en el accidente, estimando las principales deformaciones sufridas en éstos. Huellas biológicas en el vehículo (sangre, restos de tejidos, entre otros). Lesiones apreciadas en la víctima: número e intensidad de las mismas, ordenados de mayor a menor gravedad. En general, los accidentes causan lesiones múltiples en un 60% de los casos, y en un 30% de ellos

presentan tres o más lesiones, entre las que con frecuencia figura la cabeza.

Desplazamientos del vehículo.

La principal amenaza para los ocupantes del vehículo, no es la severidad del movimiento del vehículo, sino la fragilidad de los muebles del vehículo. En ocasiones el punto de anclaje del cinturón se mueve con el asiento. Si el asiento se inclina hacia delante o hacia un lado, la pelvis tiene libertad de movimiento. Otras veces los contactos de la cabeza con elementos intermedios, especialmente en microbuses. En ocasiones la puerta hace contacto con el hombro. Otras veces, la columna de dirección se desplazó hacia la izquierda, esto es, hacia la puerta del conductor.

“Se calcula que el aplastamiento de un vehículo en un choque es 1 cm. por cada km/hora de velocidad y dura siete centésimas de segundo.

Durante el choque los ocupantes tienden a continuar su trayectoria ignorando que el vehículo sufre una deceleración brutal, y salen proyectados hacia delante, y, en general, un poco hacia arriba. Las rodillas tocan la parte inferior del tablero, el tórax del conductor toca el volante, el cuerpo pivota sobre las caderas, la cabeza golpea el parabrisas o el marco superior del mismo, a veces rompe el cristal y cae luego sobre el marco inferior del parabrisas o capó. Pero si se retiene al individuo por medio de cinturones de seguridad, la situación cambia notablemente; en primer lugar se diseña al automóvil para que la parte delantera se deforme y se absorba la mayor cantidad de energía posible, con lo cual la deceleración de los anclajes del cinturón es más débil; en segundo lugar, la resistencia del

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

cinturón mismo debe ser tal que al deformarse se absorba otra parte de energía. Un cinturón de tres ramas tenderá a repartir el esfuerzo resultante sobre una superficie mayor; además la colocación de un reposa cabezas evitará el movimiento de retroceso de ésta, después de la oscilación hacia delante, frenada por el cinturón. Hay que tener en cuenta que las fuerzas en este tiempo llegan a ser de 3.000 kg sobre los anclajes, si el automóvil va a 50 km/hora esta fuerza no sería menor de 4 toneladas.”^[53]

Se puede realizar una aproximación de los movimientos que experimenta el conductor en el interior del vehículo, tras el impacto, se conoce por lo ensayos experimentales de la cinemática del conductor en los choques frontales y se extraen conclusiones para situaciones concretas.

De este modo, Estep y Lund^[54] tras un estudio realizado con 16 automóviles, durante los años 1995-96, con un maniquí equipado con acelerómetros triaxiales en la cabeza y en el pecho; células de carga en cuello, fémur y en las tibias, así como un transductor del desplazamiento del pecho. Los test fueron filmados con cámaras de alta velocidad desde distintos ángulos, y el desplazamiento horizontal filmado desde arriba. Esta experiencia permite comprender mejor la variedad de lesiones que se pueden provocar, y en especial cabe resaltar los siguientes aspectos:

Movimientos del maniquí: el sistema de protección debe controlar la cinemática del ocupante después del momento del impacto, y durante el rebote; un problema que se plantea es el movimiento lateral del ocupante, que se puede producir por el rebote. Casos en que el maniquí no volvió hacia atrás; es decir, a la posición original antes del choque, resultando que la parte superior del cuerpo tardó en irse hacia atrás, mientras el vehículo rebotaba, girando en sentido contrario a las agujas del reloj, y la cabeza se golpeó contra el pilar posterior de la puerta del conductor.

Situaciones en que la demora en el rebote es mayor, y la cabeza gira hacia la derecha del vehículo, mientras se desconectó el airbag, acercándose la cabeza al borde de la ventanilla, golpeándose lateralmente o en la parte de atrás.

Otras variaciones: el maniquí contacta con el airbag, sobrepasándolo por la izquierda, acercándose la cabeza al marco anterior de la ventanilla; la cabeza hizo contacto con el borde del techo y con el marco de la puerta durante el rebote.

El siguiente cuadro presenta la secuencia de las lesiones de atropello de peaton, en base a datos de Lopez (2004)^[55] e Infanta (2005)^[56].

53. M^a Dolores Aroca Bernabeú, (2005) Estudio médico legal de los cuadros lesivos en los accidentes de tráfico, Tesis doctoral defendida en junio 2004, en la Universitat de Valencia. Valencia: Servei de Publicacions.

54. Estep CR, Lund AAK. Dmy Kinematics in offset frontal crash tests. Insurance Institute for Highway Safety. Arlington, USA; 1996

55. Diego Lopez M., (2004) Técnica de distancia de lanzamiento, empleada en la reconstrucción de colisiones de vehículo peatón. Bogota: Revista del INML y CF, Vol. 18, N^o 1, 21-27

56. Esperanza del Pilar Infanta Luna, (2005) Estudio de la dinámica de vehículos en la reconstrucción de accidentes de Tránsito. (2005) Bogota: Rev. del INML y CF. Vol 18, Mayo, N^o 3, p. 5

COMPENDIO DE MEDICINA LEGAL (Núñez de Arco) – Academia Nacional de Policías 3º año

Secuencia	Velocidad	Lesiones	vehículo
Sin lesión	- de 20 km/h.	El para choques que golpea la pierna no tiene daños	Automóvil
Sin fractura	+ de 25 km/h.	Hematoma en la en la pierna. No fracturas	Automóvil
Montado encima del capo	40 km/h	Fracturas en una o ambas extremidades. Golpea contra el capo y dependiendo la altura del peatón y la del capo, golpea el parabrisas y si golpea el marco puede haber lesiones graves en cabeza.	Automóvil
Secuencia de salto mortal	56 km/h o +	Fracturas en las extremidades. Golpea el capo con la pelvis y las costillas. Puede romper el parabrisas con la cabeza	Automóvil
Muerte	50 km/h	Posibilidades de sobrevivencia son escasas	Cualquier vehículo
Secuencia de vuelta por el techo	+ de 60	El peatón se eleva, la cabeza golpea con el capo o contra el parabrisas y las piernas golpean al capo. Fracturas en cabeza, extremidades y costillas. Puede ser desplazado el	Automóvil

		peatón hasta detrás del vehículo	
Lesión por camioneta		Debido a mayor masa de vehículo, se producen las mismas lesiones y daños, pero a menor velocidad	Camioneta
Lesión por autobús	- de 30 km/h	Pocas lesiones, no hay fracturas.	Autobús
Lesión por autobús	+ de 30 km/h	La fase de impacto y de caída son casi instantáneas. Se produce contacto con todo el cuerpo, es lanzado el peatón y es probable fractura de cabeza y fractura de extremidades	Autobús

Reconstrucción de la patogénesis lesional: A partir de estos datos, se anotan las referencias preliminares como los datos tienen un carácter dinámico se plantea un razonamiento que sirve para comprender el mecanismo lesional. Tras observar los hechos, y establecer un razonamiento que debe ser adaptado a cada situación particular. La idea de reconstruir el mecanismo que explique la patogénesis lesional, debe ser fundamentada en una orientación razonada, buscando la concordancia entre las lesiones aparecidas y las circunstancias del accidente y tomando en cuenta los siguientes datos:

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

Condiciones del accidente.

Vehículos implicados.

Características de los ocupantes.

Gravedad de las lesiones.

Discusión del nexo causal.

Huellaje

Después de producirse un accidente de tráfico puede recopilarse una enorme cantidad de datos directos: deformaciones de vehículos, arañazos y huellas sobre la calzada, manchas de aceite, e indirectos: circunstancias de la vía, condiciones de visibilidad,...

Una de las incógnitas de mayor importancia es la velocidad inicial de circulación de los vehículos implicados, y la vía tradicional del estudio de esta variable ha sido la longitud de las huellas de frenado presentes sobre la calzada. Y es gracias a la Ciencia Física, que es la herramienta que permite reconstrucción de accidentes, proporcionando diversas técnicas, continuamente mejoradas, con objeto de llegar a conocer precisamente la velocidad inicial de un vehículo a partir de sus huellas de frenado. ^[57]

Las "marcas de rodadura" son huellas que deja un vehículo al circular sobre una superficie blanda (por ejemplo sobre el barro o la gravilla), y las huellas "de frenado" son las huellas dejadas

por los neumáticos cuando ya se han bloqueado y, además, han circulado bloqueados la suficiente distancia como para que la goma se caliente y empiece a dejar impronta sobre el asfalto.

Podemos hablar de varios tipos de frenada y sus huellas ^[58]

Frenada de emergencia: es la que el conductor aplica los frenos, genera un deslizamiento y el posterior huellaje.

Frenada normal: no hay deslizamiento, no hay huellas, el vehículo se detiene por acción normal del freno.

Parada sin acción del freno: el vehículo se detiene sin el accionar del freno, sino por un objeto, árbol, casa, etc.

No basta con medir la huella de frenada, Por ejemplo si medimos 2,2 mts de huella de frenado, eso correspondería aproximadamente 20 km/h, mientras que si contamos con el espacio en que va frenando aún no dejando huella la velocidad subiría a 30 km/h y seguiría subiendo si seguimos contando el resto de energías. (la energía transformada en la deformación de los elementos del vehículo al colisionar, la energía transformada en el desplazamiento del peatón atropellado, la energía transformada en el desplazamiento posterior del vehículo desde el punto del atropello hasta su posición final)

Por todo ello usando el modelo de tres fases, una frenada está compuesta de:

57. <http://www.autocity.com/documentos-tecnicos/?cat=3&codigoDoc=6> visitado26 julio 2007

58. Esperanza del Pilar Infanta Luna, (2005) Estudio de la dinámica de vehículos en la reconstrucción de accidentes de Tránsito. (2005) Bogota: Rev. del INML y CF. Vol 18, Mayo, Nº 3, p. 5

1. **RESPUESTA DEL SISTEMA DE FRENOS:** En el momento en que se acciona el pedal de freno con intensidad la aceleración del vehículo (o deceleración al ser negativa) comienza a aumentar de forma casi lineal hasta alcanzar un valor máximo. Esta deceleración se calcula con la fórmula siguiente: $\text{aceleración} = 1/2 \text{ coeficiente por la gravedad}$. Pero desde que el conductor pisa el pedal del freno hasta que la rueda se bloquea transcurre un tiempo conocido como "tiempo de respuesta del sistema de frenado". Diversos ensayos indican que, para un automóvil con el sistema de frenado en buen estado, el tiempo de respuesta está comprendido entre 0,25 y 0,60 segundos.
2. **BLOQUEO DE RUEDAS ANTERIOR A LA APARICIÓN DE HUELLAS:** Para que una rueda deje huellas de frenado, la temperatura del caucho debe alcanzar un valor que permita la fusión del material. Por lo que el vehículo puede desplazarse, (rodar) un tramo correspondiente entre 1 a 4 metros, antes de que la frenada efectiva alcance la temperatura en el neumático, para dejar huella con la rueda bloqueada.
3. **FASE DE APARICIÓN DE HUELLAS.** En esta fase, se ha producido la frenada efectiva, ya los neumáticos han rodado entre 1 y cuatro metros, ya se ha producido el recalentamiento y la rueda, deja su huella en la carretera. Según el Principio de Conservación de la Energía, la energía (velocidad) inicial que portaba ese vehículo se ha transformado en otras energías que pueden ser entre otras: la energía transformada por retención del motor cuando el conductor deja de acelerar, la energía transformada en el rozamiento por frenado antes de dejar huella, la energía

transformada en el rozamiento por frenado dejando huella, la energía transformada en la deformación de los elementos del vehículo al colisionar, la energía transformada en el desplazamiento del peatón atropellado, la energía transformada en el desplazamiento posterior del vehículo desde el punto del atropello hasta su posición final, etc., por lo que resulta mucho más preciso utilizar el método de las tres fases, cuya expresión matemática es la siguiente:

V_i = velocidad inicial (expresada en m/s) en el instante anterior al comienzo de la frenada.

g = aceleración del campo gravitatorio = 9,81 m/s²

m = coeficiente de rozamiento entre el suelo y los neumáticos.

t_1 = tiempo de respuesta del sistema de frenos.

V_f = velocidad del vehículo en el instante de la colisión.

x = distancia en metros recorrida por el vehículo que frena sin dejar huellas, pero con sus ruedas bloqueadas.

d = longitud en metros de la huella de frenada más larga.

Pero actualmente hay otro problema, los vehículo con ABS NO DEJA HUELLAS DE FRENADO CONTINUO, por la sencilla razón que el sistema ABS impide el bloqueo de los neumáticos (aunque sigamos ejerciendo acción de frenado intensa, el sistema modula por el mismo la intensidad de esa frenada e impide el bloqueo) y por lo tanto, si no hay bloqueo los neumáticos NO pueden calentarse lo suficiente como para dejar impronta de una forma continua. Por lo que el ABS deja marcas intermitentes y

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

características. El cálculo de la velocidad a partir de unas marcas de frenado es una ciencia más compleja de lo que parece.

Hay que siempre tomar en cuenta, que tras determinar la velocidad, que indicaría si el conductor cumplía con la Normativa pero también o más importante es establecer si dicho conductor circulando a la velocidad adecuada en la zona y atento a la circulación (las dos premisas son muy importantes) hubiera podido evitar el atropello o el mismo hubiera ocurrido de otra manera.

Policía Local de Castellón.				
Ensayo huellas fricción frenado 2005				
Velocidad real del ensayo	Distancia total de frenado	Rueda	Longitud de las huellas fricción	Espacio sin dejar huella fricción
64	21,15	DI	14,60	6,55
		DD	14,60	
60	21,43	DI	14,80	5,50
		DD	15,93	
66	23,12	DI	18,00	4,75
		DD	18,37	

En un estudio, usando realizado tres ensayos cuyos y usando el cinemómetro, situándolo a 5 metros antes de la línea de frenado de tal forma que la lectura de velocidad del vehículo objeto de ensayo se realice antes de iniciar el proceso de frenado. Se uso un vehículo Opel Astra 16v Merit, año 95, con un sistema de frenos en buen estado y unos neumáticos GoodYear Eagle Ventura 175/65R 14 82H , con una presión de 2.4 bar en las ruedas delanteras y 2.2 bar en las ruedas traseras. Los neumáticos están en buen estado y con un desgaste que no

rebas los indicadores de uso. Y una vía con una pendiente del – 1%.^[59]

Encontrándose los siguientes resultados:

Velocidad	Distancia de reacción	Distancia de frenaje
Kilómetros por hora	Metros recorridos	Metros recorridos
30	6.3	14.5
50	10.5	32.8
60	12.6	45.1
80	16.8	73.8
100	25.3	154.3

Modificado del grafico p.94 en E. Núñez de Arco.^[60]

Relativos al peatón

Presentación estática o animada, mediante gráficos, dibujos, imágenes reales, imágenes sintéticas e imágenes compuestas creadas mediante la combinación de cualquiera de las anteriores

Posición en la que se encontraba la víctima, rescatada, en su caso después del impacto.

59. Carlos Izquierdo Fotea, Investigación de Accidentes. Ensayos de frenada con bloqueo de ruedas. Policía Local de Castellón, febrero 2005.

60. E. Núñez de Arco R., Manual del conductor y el peatón. La Paz: Ed. Selecta. 1967:94

Relativos al conductor

La fatiga del conductor, dependerá de la duración del desplazamiento, del tiempo que llevaba conduciendo, si es de forma ininterrumpida o no.

Desplazamiento del conductor y posibles resistencias internas (estudio de huellas y vestigios en el habitáculo), y externas (cuando es lanzado fuera del vehículo); descripción de los posibles contactos de la víctima contra determinadas superficies (teniendo en cuenta la dureza y la rigidez de las mismas).

Hacer las mismas consideraciones anteriores en los otros ocupantes del vehículo y su proyección posible sobre un determinado lesionado (así, desplazamiento del ocupante del asiento posterior impactando sobre la cabeza del que viaja en la parte delantera).

Forma de absorción de la energía cinética a raíz del impacto y su repercusión sobre la víctima, pudiendo considerar, entre otros datos: movilización o arrancamiento, de los asientos; desplazamiento del salpicadero hacia el interior del habitáculo; estimación de los fenómenos de aceleración y deceleración y estudios de las cadenas cinéticas.

La relación entre la velocidad y la gravedad del accidente es importante, y se da la siguiente relación: a 80 km/hora, el 2-8% de accidentes son mortales; y a 80-120 Km/hora, el 12-39% de accidentes son mortales.

7.- REACCIÓN DEL CONDUCTOR

Se define el tiempo de reacción, como el intervalo entre un estímulo sensorial y la correspondiente reacción voluntaria. Los tiempos medios en órganos de individuos normales, en la vista es de 0,20 segundos, en el oído de 0,15 segundos.

Sentido	Percepción	Decisión	Acción	Total
Oído	0,05	0,05	0,05	0,15 seg.
Vista	0,06	0,07	0,07	0,20 seg.

Soltar el acelerador	0,205 a 0,247 seg.			
Apretar freno	0,604 a 0,707 seg.			
	Suma del Mínimo = 0,809	+ vista 0,20	Total =1,009 seg	

Para conductores tipo medio, en condiciones normales, es un segundo de reacción, conocido también como el "segundo de susto", tiempo en el que recorre el vehículo una distancia en relación a la velocidad, correspondiente a un segundo de susto, que depende de dos condiciones del conductor: el estado físico (la edad) y psíquico del conductor y al estado persona, y otra psíquico, que depende de las condiciones del conductor. Y que según el Tratado de investigación de Accidentes de Tráfico que edita la Dirección General de Tráfico de España, el tiempo de

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

reacción oscila entre 0'5 y 2 segundos, dependiendo de dichos factores. No obstante también se debe tomar en cuenta el hábito (habitualidad) en la conducción. Y por otra parte, hay que tomar en cuenta que la primera reacción puede ser equivocada, hasta que discrimine y tome otra reacción, hay tiempos; por ejemplo la indecisión de girar a derecha o a izquierda, puede superar los 2'5 segundos. Otras veces es la duda, a que lado mira primero, que consume tiempo.

De cualquier forma para analizar los hechos es necesario conocer la velocidad de circulación al inicio de las huellas de frenada, debemos tener en cuenta el espacio recorrido en el tiempo de respuesta del mecanismo de frenos, que el mismo tratado de Investigación de Accidentes de la Dirección General de Tráfico de España, cuantifica en un tiempo entre 0'2 y 0'6 segundos y que consideramos dentro del segundo de reacción.

La velocidad de circulación no varía al incluir este concepto, pero sí la distancia desde donde el conductor ve el peligro.

Velocidad	100	90	80	70	60	50	40
2 decimas	5'55	5'0	4'44	3'92	3'33	2'77	2'22
6 decimas	16'66	1'0	13'33	11'66	9'99	8'33	6'66

Y podemos comprobarlo, es el resultado de dividir la velocidad constante en m/seg por el tiempo indicado, por ejemplo

Para	V = 100 km/h ° 27'78 m/seg	$d = 27'78 \times 0'2 =$ 5'55 m	$d' = 27'78 \times 0'6 =$ 16'66 m
	V = 50 km/h ° 13'89 m/seg	$d = 13'89 \times 0'2 =$ 2'77 m	$d' = 13'89 \times 0'6 =$ 9'99 m

En el lugar del accidente de tráfico es frecuente encontrar huellas de fricción de frenado de los vehículos que han colisionado. La adecuada caracterización de estas huellas de frenado por agentes de la autoridad (en la Comunidad Valenciana: Policía Local y Guardia Civil) permiten estimar la velocidad inicial del vehículo (v0). Los cálculos de la velocidad se realizan aplicando el Principio General de Conservación de la Energía (PCE) que en caso de una Accidente de Tráfico (AT) consideraría que la pérdida de energía cinética del vehículo (EC) se debe al trabajo realizado por la fuerza de rozamiento (WR) a lo largo de la distancia de frenado (d). ^[61]

61.- Carlos Izquierdo Fotea (2005) Investigación de Accidentes. Ensayos de frenada con bloqueo de ruedas. España: Ed. Policía Local de Castellón, febrero.

8. CAUSAS

Para que se produzca un hecho de tránsito, confluyen una o varias causas o factores en la producción del accidente imputables al propio conductor, a la víctima, o al entorno (Administración). Para nuestro caso, precisamos saber cuál ha sido la biomecánica en producción de las lesiones y la determinación de las responsabilidades. Baker dice que la causa de un accidente es cualquier comportamiento, condición, acto o negligencia sin el cual el accidente no se hubiera producido. López Muñiz^[62] dice:

Las causas o factores que interaccionan en los hechos de tránsito:

- a) Relativos al vehículo: fallas mecánicas.
- b) Relativos al entorno: lluvia, nieve falta de visibilidad, estado de la carretera.

$-\Delta E_c = W_R \Rightarrow -(E_{c_f} - E_{c_i}) = F_R d \Rightarrow$ $\Rightarrow -\left(0 - \frac{1}{2}mv^2\right) = \mu N d \Rightarrow$ $\Rightarrow \frac{1}{2}mv^2 = \mu mgd \Rightarrow$ $\Rightarrow \frac{1}{2}v^2 = \mu gd \Rightarrow v^2 = 2\mu gd \Rightarrow$ $\Rightarrow v = \sqrt{2\mu gd}$	c) Relativos al propio conductor o factor humano. Descuidos o despistes en la conducción.
---	--

Somnolencia (atención a los fármacos y drogas de abuso).

Falta de respeto a las señales de circulación.

Imprudencias.

Aunque se identifica al “factor humano” como la causa definitiva o probable en un 93% de los casos de accidente de tráfico. Tecke, dice que “mas del 90% de los hechos de transito tiene como causa la falla humana.”^[63] (Ross,1940; Clayron y Mckay, 1972; Treat, 1974; Fell, 1976; Joscelyn y Jones, 1977; Shinar, 1978) Si a eso se suma un mal estado del sistema de frenado o el desgaste de las ruedas o conducir a velocidad excesiva y en presencia de niebla o lluvia, el porcentaje aumenta.

Montoro^[64] diferencia varios grupos de fallos humanos causantes de accidentes:

1. Los errores que preceden al accidente: como los errores de reconocimiento e identificación; los errores de procesamiento y toma de decisiones o los relativos a la realización de la maniobra.
2. Los agentes directos diversos, destacando las causas físicas como la fatiga, cansancio; las causas psíquicas como la distracción, agresividad; estados psíquico físicos transitorios debido a depresión, estrés, ingesta de alcohol o fármacos, o por conductas como encender la radio, fumar o hablar por teléfono móvil, hecho a destacar causante de gran número de accidentes.
3. Los agentes inhibidores de la prudencia como la adaptación sensorial a la velocidad, subestimación de la velocidad, la sobreestimación de la propia habilidad del conductor,

62. López-Muñiz Goñi M. Accidentes de tráfico. Problemática e investigación. Ed Colex 1995.

63. A. Tecke, (2001) Medicina Legal, Santiago de Chile: Ed. Mediterráneo, p. 93

64. L. Montoro González (1994) La Seguridad Vial desde la perspectiva del factor humano. Jornada de Seguridad Vial. Castellón.

* Corresponde al Capítulo Hechos de tránsito, del libro: J. Nuñez de Arco. MEDICINA LEGAL (3ª ed.) Ed. Original San Jose. La Paz 2014: 353-388

COMPENDIO DE MEDICINA LEGAL (Núñez de Arco) – Academia Nacional de Policías 3º año

pensar que es una actividad poco peligrosa y la observación de modelos poco prudentes y temerarios en el cine y televisión.

Las causas que afectan a la víctima son en términos generales las mismas que al conductor denominándose, “factores humanos”. En un cierto número de accidentes suelen coincidir causas de diverso origen. No obstante, de acuerdo con la mayoría de autores, que los factores humanos son responsables en un 80 a 95% de todos los accidentes de tráfico, unas veces en forma aislada y otras concurriendo con causas de diverso origen.

Las características destacadas en los hechos de tránsito producidos en La Paz, están referidos a un descenso lento pero sostenido de los casos en los últimos 5 años. La causa más frecuente en el departamento de La Paz para la ocurrencia de accidentes de tránsito, es la “imprevisión del conductor” (cruce de semáforo en rojo, ir en contra-ruta, girar en lugares prohibidos, no usar guiñador, entre otras).^[65]

Causa	1999	2000	2001	2002	2003	Total	%
Falla Mecanica	163	81	148	208	219	819	0.83
Embriaguez	5.963	3.363	3.529	4.545	3.016	20.416	20.68
Imprevisión conductor	12.731	12.579	10.790	4.910	8.621	49.631	50.27
Imprudencia del peaton	812	650	801	587	879	3.729	3.78
Estacionamiento peligroso	59	17	79	49	151	355	0.36
Omitir señales Tránsito	491	438	1.055	162	531	2.677	2.71
Exceso velocidad	2.820	1.434	1.610	5.230	3.298	14.392	14.58
Mala maniobra	1.085	464	413	362	472	2.796	2.83
No dar prioridad	191	150	238	226	313	1.118	1.13
Cruzar peligrosamente	60	39	129	41	193	462	0.47
Carecer de luces	42	11	29	27	68	177	0.18
No acatar disp. Trans	150	88	127	66	180	611	0.62

65. M^a Dolores Aroca Bernabeú, (2005) Estudio médico legal de los cuadros lesivos en los accidentes de tráfico, Tesis doctoral defendida en junio 2004, en la Universitat de Valencia. Valencia: Servei de Publicacions.

COMPENDIO DE MEDICINA LEGAL (Núñez de Arco) – Academia Nacional de Policías 3º año

Otras causas	162	520	291	55	517	1.545	1.56
Total	24.729	19.834	19.239	16.468	18.458	98.728	100

Fuente Organismo Operativo de Tránsito

Resultados

La correcta elaboración de los informes en el lugar del siniestro es muy importante, pues sirve para proporcionar elementos valiosos de información para la reconstrucción del accidente, que en gran número de ocasiones pueden ayudar al clínico. Del mismo modo, la información que pudieran facilitar las propias partes implicadas en el siniestro tiene su interés; no obstante debe ser tamizada, pues en ocasiones no es muy fidedigna, ya que la situación estresante puede distorsionar en un primer momento la realidad.

En el informe pericial, (informe final) se debe incidir en aspectos básicos, proponiéndose un esquema de trabajo, que puede conducirse de la siguiente forma: Recogida de datos. Estimación de los desplazamientos y contactos. Reconstrucción de la patogénesis de las lesiones: orientación razonada.

Desde hace algún tiempo muchas de las policías de tránsito del mundo, ya utilizan programas, (software) para la Investigación de hechos de tránsito. En España, la Guardia Civil por ejemplo usa frecuentemente, el HVE (Human, Vehicle, Environment).^[66] Es

66. El Consejo Superior de Tráfico y Seguridad de la circulación vial de la Dirección General de Tráfico de España, editó dos boletines el 101 y el 102 en junio del 2001, sobre el Tema: La Investigación y Reconstrucción de accidentes de tráfico mediante la utilización de programas informáticos. Basados en el curso sobre "Accident Investigation, Vehicle Dynamics y Traffic Accident Reconstruction", que

un programa, con efectos de simulación en 3D. Consta de los siguientes módulos:

EDCRASH: es un modelo matemático de reconstrucción de accidentes de uno y dos vehículos basado en el análisis de los daños sufridos en la colisión. Analiza las tres fases de una colisión: preimpacto, impacto y post-impacto. Su objeto es el cálculo de la velocidad de impacto, del cambio en la velocidad que se produce durante la colisión y de la energía de deformación. Los tipos de trayectorias post-impacto, entre las que se incluyen la traslación simple, la rotación y la traslación con giro y deslizamiento.

EDSMAC: es un programa de simulación de colisiones múltiples de vehículos. Predice la trayectoria de los vehículos después de la colisión. Calcula las variables cinemáticas del vehículo en función del tiempo (posición, velocidad y aceleración) y las marcas de los neumáticos.

EDVSM: es una simulación tridimensional de la respuesta del vehículo y las acciones de un conductor (dirección, frenado, aceleración y cambio de marchas). El programa calcula la cinemática del vehículo (posición, velocidad, aceleración y tiempo), las fuerzas y momentos sobre los neumáticos, las fuerzas y flexiones de la suspensión, el par de giro y de frenada y las acciones del conductor. La pérdida de control y vuelcos.

tuvo lugar en el Northwestern University Traffic Institute, de Illinois (USA). Para el manejo del HVE. Pero debe revisar esos Boletines, quien precise una información más detallada, no solo del HVE, sino de metodología en la investigación de los accidentes de tránsito.

EDVDS: simulación orientada al comportamiento de vehículos ante las condiciones del terreno y las acciones del conductor, permitiendo vuelcos y poder acoplar remolques y semi remolques de hasta cuatro ejes por vehículo, con distintos tipos de sistemas de suspensión y frenada.

EDHIS: realiza un análisis tridimensional de la respuesta de un ocupante o de un peatón durante una colisión o un atropello. Permite predecir y visualizar el movimiento de las personas durante el impacto, pudiendo obtener predicciones de lesiones en varias partes del cuerpo. También permite hacer un estudio de la eficacia de los sistemas de seguridad: cinturones de seguridad y airbag.

EDGEN: es un modelo cinemático que permite estudiar los movimientos de los objetos sin tener en cuenta las fuerzas que los provocan, para el estudio principalmente de posiciones, distancias y tiempo.

SIMÓN y el DyMESH, permiten calcular las fuerzas en 3D teniendo en cuenta fuerzas derivadas de la colisión, del viento, de la suspensión, de las interconexiones con otros vehículos que remolquen, etc.

En Colombia en el laboratorio de Física Forense, del Instituto Nacional de Medicina legal y Ciencias Forenses, están usando, la Técnica de distancia de lanzamiento, empleada en la reconstrucción de colisiones de vehículo - peatón^[67]

67. Diego López M., (2004) Técnica de distancia de lanzamiento, empleada en la reconstrucción de colisiones de vehículo peatón. Bogotá: Revista del INML y CF, Vol. 18, N° 1, 21-27