LA BIOMECANICA EN LA INVESTIGACION DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO

Ing Anibal Oscar García
agarcia@perarg.com.ar

RESUMEN
Uno de los campos de aplicación de las técnicas de investigación criminal asociada con las ciencias duras como la física y la química, es la investigación o reconstrucción o de accidentes de tránsito, campo de la denominada *accidentología forense*.
Como todas las aplicaciones de investigación, la recolección de datos y el proceso de la conformación de la evidencia, es la actividad primaria y fundamental de una buena investigación pericial. En este sentido, las escuelas y autores especializados ponen una preocupación especial en la importancia de identificar los rastros en la vía (huellas de frenado, esparcimiento de vidrios y
plásticos), los daños residuales en los automóviles protagonistas y en los bienes inmuebles del entorno, etc., durante la fase de relevamiento de la escena del accidente.

Sin embargo, no todos los casos de accidentes viales son hechos criminales. De hecho, en la gran mayoría de los choques entre automóviles, sólo resultan daños materiales entre automóviles protagonistas y rodados de terceros o bienes inmuebles, cuya trascendencia forense se encuadra en el ámbito Civil y eventualmente Comercial. Un accidente de tránsito adquiere calidad de *hecho penal*, y por lo tanto de tratamiento de interés en el ámbito de la Investigación Criminal, cuando del mismo resultan dañados (muertos o heridos) personas físicas, sean ellas tripulantes de los vehículos protagonistas o peatones que resultan atropellados.
Todo accidente con consecuencias de este tipo deja rastros biomecánicos, entendidos como la localización, tipología y magnitud de las lesiones, y cuya consideración contribuye a la correcta resolución de la secuencia cinemática y dinámica del evento, en muchos casos, con mayor certeza que los rastros de otra naturaleza.

Este último hecho está asociado a la diferente relación de masa y rigidez que en general existe entre los vehículos y las personas. Un automóvil que embiste a un peatón con su frente a velocidad media, apenas si muestra daños en el paragolpes, y eventualmente en el capot. Esta escasa magnitud de daño torna borrosa la delimitación del rango de velocidad de impacto.
Sin embargo, la existencia de fracturas en los huesos largos de una de las piernas en el peatón, asociado o no con escoriaciones y hematomas en el lado opuesto, permiten acotar a un rango cerrado de probabilidades este parámetro.
Lo mismo podría decirse si a consecuencias del choque se ha dañado el parabrisas del automóvil, y el peatón ha sufrido lesiones cráneo-cerebrales o no.

A los efectos de las aplicaciones forenses, identificamos con el término *biomecánica*, al conjunto de disciplinas físicas y biológicas que estudian la respuesta del cuerpo humano –en tanto sólido complejo compuesto de materiales diversos-, a la excitación provocada por fuerzas -y las consecuentes aceleraciones-, aplicadas durante un corto lapso: el impacto. Esta concepción nos relaciona específicamente con la *biomecánica del trauma de velocidad*, que vincula la naturaleza de los daños físicos de las personas con el cálculo y/o medición de fuerzas, aceleraciones, tensiones y deformaciones, que resultan del movimiento kinésico inducido en los seres humanos durante un accidente.

Esta disciplina considera al cuerpo humano como una *entidad inerte*, lo cual resulta razonable, considerando que la respuesta neuromuscular no es factible dentro de los 0,2 segundos, tiempo de ocurrencia de la gran mayoría de los accidentes de tránsito.
Algunos traumas derivados de accidentes se producen en un tiempo mayor, en períodos de tiempo cuya clasificación encuadra en el denominado *tiempo humano* o *tiempo biológico*. Es el caso de caídas de personas dentro de jaulas de ascensores u otros vehículos, o simplemente en caída libre, en los que la sobrevivencia del choque es prevista por las personas con cierta antelación. De todas maneras el impacto tiene la violencia y espontaneidad como para incluir estos casos dentro de la clasificación de trauma rápido, pues sólo en algunos casos muy singulares (entrenamiento previo específico), las personas afectadas pueden adoptar acciones defensivas que amortigüen o eliminen las consecuencias del impacto.
La definición es apropiada para diferenciar otras aplicaciones de la biomecánica. Es el caso de la *biofísica* -aplicación al entendimiento y modulación del trabajo mecánico en el cuerpo humano, musculación elongación- o la *bioingeniería*, actividad aplicada al desarrollo de juntas artificiales, y el estudio de la incompatibilidad de los materiales.

Los estudios relacionados con el análisis y evaluación del movimiento humano en la vida cotidiana (caminar, saltar, levantar y trasportar cargas, subir y bajar escaleras), y las aplicaciones traumatológicas de ingeniería (prótesis internas de huesos y articulaciones), abarcan aspectos de la biomecánica de muy escasa o nula relación e interés con las aplicaciones forenses.
Conviene asimismo diferenciar la aplicación accidentológica de la biomecánica con el objeto más general de la medicina; esto es la determinación específica de la lesión en el cuerpo humano, su diagnosis, prognosis y tratamiento.

Nada de esto resulta materia o interés de la aplicación forense. Sin embargo existe una estrecha relación con la actividad de la medicina forense, pues en los accidentes con lesiones a personas, es el perito médico quien determina la tipología, extensión y ubicación de las lesiones o bien la *causa de la muerte*. A los efectos de la investigación del accidente, el informe forense de los daños físicos –o la simple historia clínica del hospital o sanatorio que aplicó las primeras urgencias-, son parte de la evidencia para el estudio de las fuerzas y aceleraciones involucradas en el choque. De allí que la colaboración entre el

médico y el ingeniero en la fase de investigación, puede revestir importancia e interés para la elucidación de muchos casos complejos de accidentes con humanos damnificados.

EL MODELO BIOMECÁNICO EN EL CHOQUE.

Pese a la gran variedad de materiales que integran el cuerpo humano, todos ellos tienen algunas propiedades físicas y mecánicas cuya dispersión está acotada. Tal es el caso de la densidad, próxima a la de la unidad en casi todos los casos, y las respuestas en estados de tensión deformación. Esta homogeneidad permite realizar modelos de simulación para analizar la respuesta de tripulantes de biciclos (proyección) en los choques frontales. Para eventos biomecánicos de *tiempo muy corto* en general, se emplean modelos físicos que consideran a los huesos como elementos rígidos (como si fueran de madera o de metal) y los ligamentos con características altamente elásticas (como si fueran correas de cuero).
Para las determinaciones de respuesta dinámica y tolerancia al esfuerzo, se realizan ensayos con cadáveres o *dummies*, esto últimos son maniquíes que emulan las condiciones físicas del cuerpo humano. Tanto los cadáveres como los dummies se equipan con instrumentos de medición de aceleración (acelerómetros). Una de las mayores restricciones a la identificación de los resultados de ensayos con casos reales, proviene del hecho que la tecnología no puede reproducir con suficiente fidelidad la presión interna de los fluidos en el cuerpo vivo.

Comportamiento del Dummie en un Izuzu Rodeo año 1996

Comportamiento del Dummie en un Izuzu Rodeo año 2000.

Las funciones biomecánicas traumáticas han sido estudiadas por lo menos desde hace treinta años en forma cada vez más diferenciada, y en la actualidad pueden encontrarse estudios completos y consolidados del funcionamiento mecánico y la etiología de estructuras específicas diferenciadas de la cabeza, del conjunto cuello - columna vertebral, el sistema de movimiento y restricciones en hombro, en codo, en muñeca y mano, en cadera, en rodilla y en el conjunto pie – tobillo.
Un capítulo importante es el estudio de la resistencia y tolerancia de las distintas estructuras al impacto.

Estos estudios resultan de la confluencia de las características límite de los elementos constitutivos, el estudio de la mecánica de la fractura (especialmente en los huesos largos).Estos estudios permiten determinar la tolerancia a la aceleración en el cerebro y el umbral que lleva a la conmoción cerebral, las aceleraciones límite que determinan la probabilidad (o verosimilitud) del golpe de látigo en el cuello, la capacidad de absorción de impacto sin fractura en los huesos largos y la resistencia al choque con distintos tipos de impactores en tórax, abdomen y cadera. Una buena recopilación de estos estudios son los estándares *SAE J885* (*Human Tolerance to Impact Conditions as Related to Motor Vehicle Design* - Jul86), *SAE J1460* y *SAE J1460-1* (*Human Mechanical Response Characteristics* - (Mar 85 y Oct 95)
El empleo de los rastros biomecánicos como evidencia en el análisis de accidentes de tránsito con personas damnificadas físicamente, resulta de gran utilidad en la determinación cierta de la mecánica del hecho.

Buenos Aires, Abril de 2003