

## Sumario

- ❖ EDITORIAL
- ❖ *El sistema HANS – Una aplicación de la biomecánica*
- ❖ Santiago Varela – *La invasión del automóvil*
- ❖ Anibal O. García – *El análisis de falta en la pericia; un caso reciente*
- ❖ Ernesto Martínez – *Física para el choque*
- ❖ Novedades Técnicas en la web – *El análisis dinámico de la colisión*
- ❖ La Biblioteca – *La activación del air-bag*

## EDITORIAL

Estimado amigo.

El año 2006 termina su recorrido, y nos encuentra frente a un rico balance.

Fue en este año donde se concretaron los cursos de Investigación de siniestros en la UTN de Santa Fe, el Seminario Internacional de Biomecánica, el tercer ciclo de talleres de *AIIA*, el Foro de Ingeniería en la ciudad de Olavarría, la primera jornada en el Instituto Universitario de la Policía Federal, y el Congreso de Accidentes de Tránsito en Mendoza.

Estos antecedentes no pueden ser visto como los laureles donde reposar en el futuro. Por el contrario nos compromete a nuevos desafíos.

Nos compromete a continuar la difusión de trabajos de investigación, encontrar formas de hacer accesible la bibliografía a los nuevos profesionales. Para ello el compromiso pasa por mejorar estas páginas, el sitio [www.perarg.com.ar](http://www.perarg.com.ar) y tender nuevas redes de trabajo e intercambio.

El año 2006 será recordado como el que se llevó la preciosas vida de un maestro y un amigo; Ernesto Martínez.

El 2007 será entonces el primero en el que deberemos continuar sólo con sus enseñanzas y su ejemplo de humildad, sencillez y entrega.

Y entre tantos compromisos queda este último espacio para comprometernos por un 2007 de paz y convivencia para todos los hombres y mujeres de buena voluntad que habitan este maravilloso e irreplicable planeta.

Hasta el próximo año

**noticias periciales** y el sitio web [www.perarg.com.ar](http://www.perarg.com.ar) son emprendimientos destinados al soporte de la tarea de los investigadores forenses, de los peritos, de los letrados y de los docentes, relacionados con los temas de la investigación y prevención vial.

Editor Responsable:  
Ing. Aníbal O. GARCÍA

Los artículos se publican con expresa autorización de los respectivos autores.

Los mismos son de libre circulación y difusión y no están protegidos por leyes que limiten la difusión y reproducción total o parcial de los mismos.

Se agradece citar la fuente.

El editor no se hace responsable por el uso que se haga del material de libre disponibilidad publicado.

Las opiniones incluidas en los artículos publicados son de exclusiva responsabilidad de los autores.

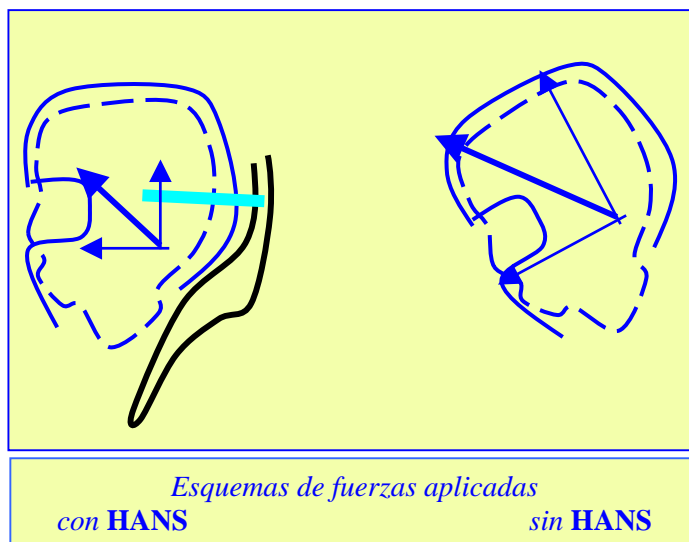
## El sistema HANS

### Una aplicación de la **biomecánica**

El dispositivo HANS (*Head and Neck Support*) es como su nombre lo indica, un elemento para vincular la parte superior de los hombros con la cabeza, a través de un casco. Este dispositivo que se ha hecho conocido por su uso entre los pilotos de carrera, prolonga el soporte del tórax mediante una placa rígida por detrás de la cabeza. Y mediante cintas resistentes tomadas a ambos lados del casco, limita el desplazamiento de la cabeza y el sobreesfuerzo en el cuello.

Las cintas absorben una gran parte de los esfuerzos derivados de la aceleración de la masa de la cabeza, que en condiciones naturales deriva en esfuerzos de hiperextensión de la columna cervical (el cuello) y los músculos dorsales que se prolongan a la base del cráneo. Sobre todo cuando se producen desaceleraciones violentas, superiores a 5 veces la aceleración de la gravedad (5 g), debido a choques frontales, trompos y vuelcos, y el plexo queda retenido por los cinturones de seguridad.

Ensayos y simulaciones de impactos con desaceleraciones de 40 g en el chasis –la que puede alcanzarse en un choque frontal contra barrera a 55 km/h–, demuestran aceleraciones del orden del 54 g en el pecho del conductor y de 135 g en la cabeza, en una dirección tal que genera fuerzas de más de 500 kgr traccionando el cuello, y de 335 kgr en el sentido transversal. Superando los



umbrales de tolerancia que para el 85 % de las personas son de 333 y 315 kgr respectivamente.

En el mismo ensayo realizado con el soporte HANS, la aceleración máxima está por debajo de los 30 g, y las fuerzas de tracción y corte son menores a 100 kgr, reduciendo en un 30 % de las producidas sin el HANS, y muy por debajo de los límites de tolerancia. El sistema HANS requiere de un dispositivo auxiliar sobre la cabeza, como es el casco del piloto de competición, lo que dificulta su empleo en el tránsito cotidiano. Sin embargo permite entender los alcances de la ingeniería biomecánica en materia de prevención de riesgos.

El sistema **HANS** fue desarrollado por el Ing Biomecánico Robert Hubbard en conjunto con Jim Downing, empresario y piloto de carrera.

El Dr. Hubbard se graduó en biomecánica en la Universidad de Harvard, y desde 1985 fue director del *Biomechanical Design Research Laboratory* de la universidad estatal de Michigan. Participó en el diseño de los primeros *dummies* en los años 70 y de dispositivos de contención y amortiguamiento de la cabeza y el cuello para la industria automotriz norteamericana.

# La invasión del automóvil

Santiago Varela (\*)

---

---



(\*) Humorista, columnista de semanario CULTURA editado por el GCBA  
Publicado el 26 de Octubre de 2006

Parodiando al tango, podríamos decir “**las callecitas de Buenos aires tienen ese qué sé yo ¿viste?**”. Mirando bien podemos ver que las callecitas de Buenos Aires fueron diseñadas durante la Colonia para ser utilizadas por algún vendedor de velas a caballo, algún carro cargado con hilados de Holanda y encajes de Bruselas, o bien por una vendedora de pastelitos cuentapropista. Para lo que nunca fueron pensadas esta callecitas es para que por arriba de ellas circulen millones de automóviles y miles de colectivos, enormes como camiones (en rigor de verdad, tienen chasis de camiones, motores de camiones y hacen más ruido que dos camiones juntos). Para ser justos, podríamos decir que ninguna ciudad del mundo que haya sido diseñada en la época de la tracción a sangre, puede bancarse la invasión de ese usurpador del espacio ajeno que es el automóvil.

Porque de eso se trata, de una invasión. No es una invasión extraterrestre, sino una terráquea y muy inmisericorde, a cargo de esos espantajos tecnológicos que consumen recurso naturales no renovables y que, además, contaminan, arruinan los pulmones, aumentan el efecto invernadero y, sólo en Argentina, matan a más de 10.000 personas al año [...].

¿Y todo para qué? Para llevar a un tipo –la mayoría de las veces uno solo– bastante egoísta y egocéntrico, por cierto, desde su casa al laburo. Para algo tan sencillo moviliza un mamotreto de media tonelada de peso que luego, que como no se dobla ni se puede guardar en el portafolios, en algún lado hay que dejar. La verdad, doña, no se puede creer.

Y si bien el automóvil es una enfermedad planetaria, cada uno la padece en su propia ciudad. En la nuestra, por ejemplo, hubo un seudointendente, el brigadier Cacciatore, que por saber pilotear un avión pensó que tenía título suficiente para ser, de paso y de taquito, urbanista. Así fue que destrozó media Ciudad, parques incluidos (el parque Chacabuco, que quedó Chaca de un lado y Buco del otro), para estimular que el automóvil pudiera llegar más rápido al único lugar que no era bueno que llegara: el centro de la Ciudad. ¡Bravo Caccia!

Y reconozcamos que nos salvamos de que durante el Proceso a algún otro general se le ocurriera talar el parque Rivadavia, para pavimentarlo y convertirlo en estacionamiento.

Hoy, gracias a las políticas de esclarecimiento, se ha creado un estado de beligerancia entre las personas y los coches, por el uso del espacio en las ciudades. Beligerancia en la que yo he tomado partido, sin duda alguna.

Si usted no considera que esta lucha incruenta vale la pena, compare los sonidos de los cascos de un caballo de un carro cartonero con el chirrido y el freno de aire de un mastodóntico colectivo. Con uno es posible dormir arrullado y soñando con lejanas praderas; con el otro, despertarse crispado y con fantasías asesinas. Cada uno, entonces, elegirá el bando donde quiera enrolarse. Lo que no se puede es quedarse en el medio, porque ahí sí, los bondis nos pasan por encima.

## ***El análisis de falla en la pericia; un caso reciente***

*Aníbal O. García*

Un reciente fallo de la Cámara Civil Nacional <sup>(1)</sup>, trae a la palestra la importancia del análisis de falla de los componentes estructurales en los distintos elementos que integran un vehículo.

En el caso analizado se ventiló las causales y responsabilidades en la destrucción de un automóvil a consecuencias de la explosión de un tubo de gas que se encontraba instalado en el vehículo al tiempo que se efectuaba una carga de combustible.

Una primera explosión de un cilindro de la misma ocurrido con anterioridad, mostró la susceptibilidad del desarrollo de mecanismos de corrosión bajo tensión del material del cilindro en un medio ácido. Para subsanar el problema el fabricante implementó una cubierta protectora para cilindros tipo composite.

De esta circunstancia se planteó una triple controversia donde cada una de las partes deslindaba su responsabilidad en alguna otra.

Así el fabricante descargaba la responsabilidad en una mala instalación del tubo de gas, que en contacto con otras partes del rodado modificaran sus propiedades originales. Y el instalador a su vez imputaba al propietario del automóvil negligencia en la utilización del automóvil.

El análisis de la Cámara señala en primer lugar la existencia de una pugna probatoria entre las partes, planteada en el plano de la **causalidad**, es decir, si el daño provino por un defecto en la instalación del tubo o en falla de su propia fabricación, y no en el de la **culpabilidad**.

Un perito actuante recorrió un análisis de tipo presuntivo: supuso que el cilindro tomó contacto con partes del baúl del automóvil y que, por motivos desconocidos, se produjo la corrosión de un posible agente ácido externo sobre la fibra que recubre el aluminio del cilindro, modificando sus propiedades originales.

<sup>(1)</sup> **Morelli, Miriam Noemí y otro c/ KALVANCO ARGENTINA S.A. y otros s/ordinario** - CNCIV - SALA A - Mayo/2006

El estudio de fallas en componentes mecánicos de máquinas, vehículos, estructuras, etc., tiene como alcance la determinación en forma ordenada y metódica

- los mecanismos de fractura de componentes mecánicos que experimentaron fallas en servicio, debido a procesos de fatiga, corrosión electroquímica, corrosión bajo tensión, corrosión fatiga y fragilización.
- la relación del mecanismo de falla con las exigencias específicas de los procesos de fabricación, del servicio y del mantenimiento

Combinando los resultados del análisis con estudios de simulación y otros recursos informáticos de simulación numérica se pueden determinar los mecanismos originales de producción de la falla, su origen y propagación, y la antigüedad probable del inicio del proceso.

De esa manera se puede deslindar responsabilidades en los siniestros originados por presuntas fallas mecánicas.

## ***El análisis de falla en la pericia ...***

*(cont.)*

Lo cierto es que para desentrañar la *causa raíz* que origina el siniestro, es necesario proceder con las metodologías y prácticas del Análisis de Falla.

Prescindiendo de estos recursos técnicos, el perito se ve tentado a suponer que si se hubieran producido una serie de problemas similares en distintos cilindros podría conjeturarse un error de fabricación. Y como ello no está acreditado, se inclina a suponer un defecto en la instalación del tubo.

Sin embargo se pudo probar la producción de tres estallidos de cilindros de la misma marca y modelo. Y en todos los casos se pudo evidenciar el fenómeno de corrosión bajo tensión en las partes más deformadas del cilindro; es decir las más expuestas a la deformación plástica, y por lo tanto las más expuestas a un alto nivel de tensiones residuales.

La generación de procesos de corrosión por contacto con medios ácidos en alguna parte del automóvil, es un factor previsible en una instalación dentro de la carrocería de un automóvil. Lo que permite concluir a la Cámara que el “...*potencial riesgo derivado del deterioro de los cilindros con liners de aluminio, no puede eximir de responsabilidad a su fabricante, quien debía prever las peligrosas consecuencias de la corrosión de la cubierta de un tubo sujeto a la presión necesaria para su carga.*”

Con el concurso de una investigación metódica se logró demostrar que la falla original se generaba en los cilindros fabricados por la demandada una vez. Y simultáneamente se probó que no es necesario el obrar imprudente de la víctima o del tercero instalador, para desarrollar los mecanismos que llevan a la producción del siniestro.

---

---

La metodología del análisis de falla desarrolla algunas etapas básicas, comunes en la mayoría de las investigaciones

- La inspección in situ persigue la determinación del medio ambiente y la búsqueda de indicios y factores involucrados con los probables mecanismos de la falla
- El análisis químico y metalográfico de los materiales. Mediante observaciones macro y micrográficas de las áreas de falla y su vecindad se detectan rastros y secuelas relacionables con determinados mecanismos. En la actualidad se cuenta microscopios electrónicos de barrido, que permiten aumentos de hasta 70.000 veces.
- La realización de ensayos destructivos de alta sensibilidad para determinar las características resistentes de los materiales en condiciones similares a las del servicio en el que se desarrolló la falla.
- El concurso de los recursos informáticos de simulación numérica para determinar los mecanismos de producción de la falla, su origen y antigüedad.

Es esencial que las conclusiones sean elaboradas como secuencia de un estudio integral realizado por un profesional de probada experticia. Y simultáneamente que los protocolos de ensayo se encuentren respaldados por entidades de primer nivel, como lo son los laboratorios de las facultades de ingeniería de universidades de prestigio, la Comisión de Energía Atómica (CNEA), el Centro de Investigaciones Técnicas de las Fuerzas Armadas (CITEFA), y eventualmente laboratorios privados certificados por el INTI.

*Sin duda Ernesto Martínez ha dejado una huella en las Ciencias Forenses. Para quienes lo conocieron sus enseñanzas marcarán sus carreras futuras. Y para aquellos que no pudieron disfrutar de su compañía, nada mejor que encontrar en sus reflexiones espontáneas, no ajenas al humor y la fina ironía, reflexiones agudas sobre las cosas cotidianas de la práctica pericial.*

## **Física para el choque**

*Ernesto Martínez (\*),*

En el equipo de física forense es Ernesto Martínez el especialista en accidentes automovilísticos: ha realizado más de cien pericias en veinte años.

### **–¿Existe un método de abordaje común para los accidentes?**

–No sé si hay un método. Hay una discusión muy linda de un físico famoso, Richard Feinman, que habló sobre el método científico. El decía que no hay un método científico, sino que es como comprar un coche usado: tratás de que no te estafen. Y cuando estás investigando el principal estafado es uno mismo, te dejás llevar por prejuicios, soluciones fáciles. En los accidentes uno va al lugar, lee la información, ve los autos. Hay que tener experiencia sobre qué cosas dan las pistas más valiosas, pero a veces las pistas salen de cosas infinitesimales.

### **–Cuénteme un caso.**

–Uno que recuerdo fue el de una camioneta que, según decían, se había ido para la mano opuesta y rozado un camión cargado de leña; atrás del camión venía un ciclista y la camioneta se lo llevó puesto. Le estuve dando muchas vueltas hasta que me di cuenta de que la camioneta estaba rayada en su lado izquierdo por la goma trasera del camión. Y después observé que la estructura de esos rayones contaban

una historia, y si uno sabe cómo funcionan los movimientos angulares, cómo se componen vectores y otras cosas, puede calcular la relación entre velocidad de la camioneta y la del camión. Yo veía cómo esa relación había ido disminuyendo, porque la camioneta había ido frenando a lo largo del roce, y eso me permitió calcular con bastante precisión a qué velocidad iba la camioneta. La velocidad es muy importante para asignar culpas. En este caso, salió de un detalle inesperado. Para mí tuvo varias lecciones: me sentí muy orgulloso de haber pensado eso y tiempo después vi en un libro norteamericano el mismo método; en realidad, es difícil inventar algo. Calculé que probablemente la velocidad de la camioneta cuando tocó con el camión era de 80 u 85 kilómetros por hora, lo cual ofendió a ambas partes. Como siempre el conductor de la camioneta dijo “yo venía a menos de 40” y los parientes del ciclista muerto decían “ese tipo venía a 180”.

### **–¿No quedan datos en el velocímetro que indiquen la velocidad?**

–No, hay una leyenda que dice que los velocímetros quedan fijos en la velocidad del accidente, pero eso es semejante a las historias de la época de Edgar Allan Poe, que decían que en los ojos del muerto queda grabado el rostro del asesino. La información más importante

(\*) Reproducción del reportaje que Andrea Ferrari le hiciera al Dr Ernesto Martínez. Publicado en el diario **Página/12** de Buenos Aires el 14/08/2005

## Física para el choque

(cont.)

en los accidentes de autos son frenadas o derrapes: marcas de gomas en la calzada. La gente piensa que podés reconstruir un accidente por cómo están abollados los autos y sólo podés reconstruir algunas cosas. Comparando la situación de dos autos que van a 40 y chocan, con la de un auto que va a 80 y choca con otro detenido, los daños son los mismos.

### **-¿En todos los casos hay elementos como para sacar conclusiones importantes?**

-No, un porcentaje elevado no los acepto porque pienso que no puedo agregar nada. A menudo no hay información, habría que trabajar mucho en mejorar la instrucción de la policía, muchas veces recogen datos que no sirven y no recogen otros que servirían. No es culpa de ellos, no los entrenaron. Deberían saber geometría, no digo teoremas, sino la geometría mínima que usa un albañil para trazar ángulos rectos.

### **-¿Cómo se define que convoq físico para un accidente?**

-En muchos casos la policía dice qué pasó, bien o mal. Y en algunas oportunidades, el juez quiere saber más. Yo después normalmente no quiero conocer los fallos de los jueces, porque si no me hacen caso me amargo mucho. A veces creo que he probado matemáticamente cómo fueron las cosas y los jueces hacen lugar a otras consideraciones, que si fuesen estudiantes míos les pondría un dos.

### **-¿Y eso sucede porque les convenció más otra teoría o porque no entendieron el contenido de su pericia?**

-Siempre me lo pregunto. Un defecto que suelen tener los peritos es que no se esfuerzan en explicarle al juez. Nosotros siempre tratamos de explicar lentamente y que la persona haga suyas nuestras conclusiones. Cuando no me hacen caso, normalmente pienso que la primera culpa es mía, que debería explicarlo mejor. Es un área en que los científicos tenemos que esforzarnos.



## Novedades Técnicas en la web

### EL ANALISIS DINÁMICO DE LA COLISION

¿Qué sucede en las pocas centésimas de segundo que dura un choque? ¿Cómo evoluciona la velocidad y la aceleración en ese lapso? ¿Qué relaciones existen entre las deformaciones transitorias y permanentes, con la masa, la rigidez y la velocidad de cada uno de los móviles?.

Muchos modelos intentan correlacionar estas variables, desde el *exterior* del impacto; midiendo en un *antes* y en un *después*, y muestran sus limitaciones muy pronto. El análisis dinámico propone una herramienta para entender lo que sucede durante la colisión, y permite estimar con muy buenas aproximaciones la variación de velocidades y aceleraciones y sus efectos derivados: la deformación residual, la elasticidad del choque o el índice de lesiones en la cabeza HIC (*Head Injury Criterion*). Por citar algunas de las materias requeridas en la investigación avanzada de los siniestros de tránsito.

El análisis dinámico es además la mejor herramienta didáctica para que el investigador recién iniciado pueda acceder al fenómeno del choque como un fenómeno físico comprensible y predecible, por encima de las recetas magistrales y las fórmulas mágicas, y correlacionar los ensayos de laboratorio con los hechos de la vida cotidiana.

(Las versiones completas de los trabajos sobre modelos de colisión presentados en el 1er CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACCIDENTOLOGÍA están en el sitio [www.perarg.com.ar](http://www.perarg.com.ar).)



## LA ACTIVACIÓN DEL *Air-bag*

La tecnología moderna puede generar fantasmas; la incompreensión de los mecanismos sofisticados, induce a suplantar las explicaciones rigurosas del funcionamiento –y de la falla- de los equipos y sistemas, por meros dichos y supuestos. Tal como si se tratara de alquimia o brujerías del siglo XXI.

Dentro de esta disyuntiva se encuentra el funcionamiento de los air-bags en un choque frontal o lateral. Y para espantar fantasmas en la materia, ayuda el breve, conciso y concreto libro del autor sino-americano *Ching-Yao Chan*, **FUNDAMENTALS OF CRASH SENSING IN AUTOMOTIVE AIR BAG SYSTEMS** (SAE, 2000).

El autor recorre los antecedentes en materia de sensado de aceleraciones de impacto y su diferenciación de otras aceleraciones frecuentes en la marcha de los automóviles, para introducir desde el análisis de impacto, los criterios y conceptos valederos para la determinación de situaciones de impacto, a partir de la desaceleración.

Con una detallada descripción de los distintos tipos de sensores disponibles, mecánicos y electrónicos de impacto, aborda el análisis de la ubicación de los sensores y su efecto en la sensibilidad y eficiencia de los sistemas

Completa el breve pero jugoso tratado una descripción del impacto lateral y la activación de los Air-bags laterales, y una semblanza de las transiciones y tendencias en estas tecnologías.

Un interesante aporte resulta el análisis de impacto tanto de un vehículo contra barreras y postes, como de la reacción de los ocupantes en la *segunda colisión*. Quienes se interesan en esta temática – que anticipáramos en el trabajo del año 2003 citado en la página anterior-, encontrarán en las reflexiones del *Dr Chan* un abordaje sencillo y profundo de la cuestión.