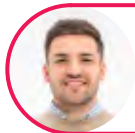


Otra forma de investigar
la seguridad en los vehículos

DUMMIES VIRTUALES DE TOYOTA

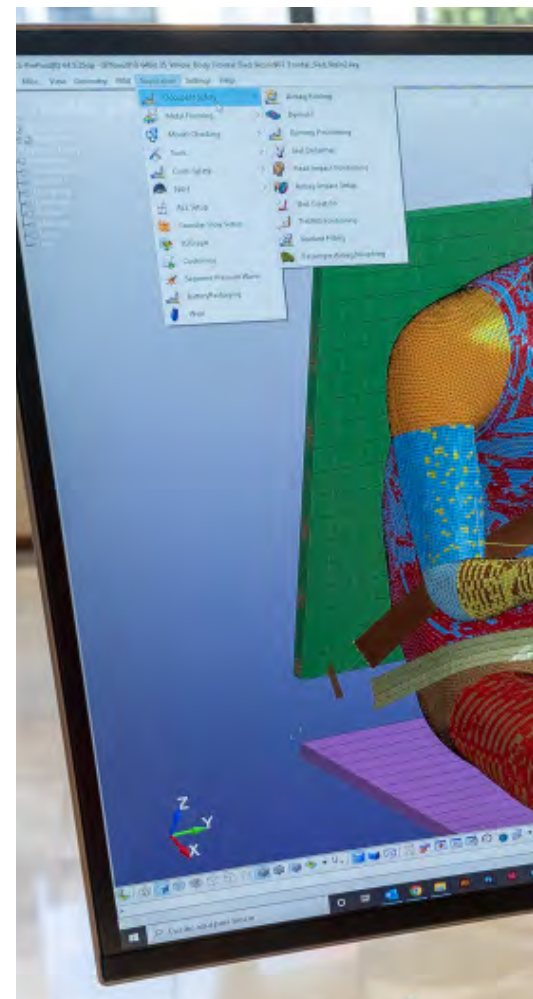


Por **Rodrigo Galán Cenalmor**
ÁREA DE RECONSTRUCCIÓN
DE ACCIDENTES DE TRÁFICO
✉ galance@cesvimap.com

Los fabricantes de automóviles buscan, en el diseño de sus vehículos, la máxima seguridad y protección para los ocupantes y peatones en caso de producirse un accidente.

*Para comprobar los sistemas de seguridad del vehículo, así como su diseño estructural, se realizan **ensayos**, la mayor parte de ellos, destructivos, con el consiguiente coste económico.*

*En la mayoría las pruebas se utilizan **dummies antropomórficos**, que hacen las veces de ocupantes y que pretenden recrear la morfología humana. Ahora, **Toyota** ofrece realizar estos ensayos de manera virtual, empleando en ellos sus **dummies virtuales: THUMS** (Total Human Model for Safety).*



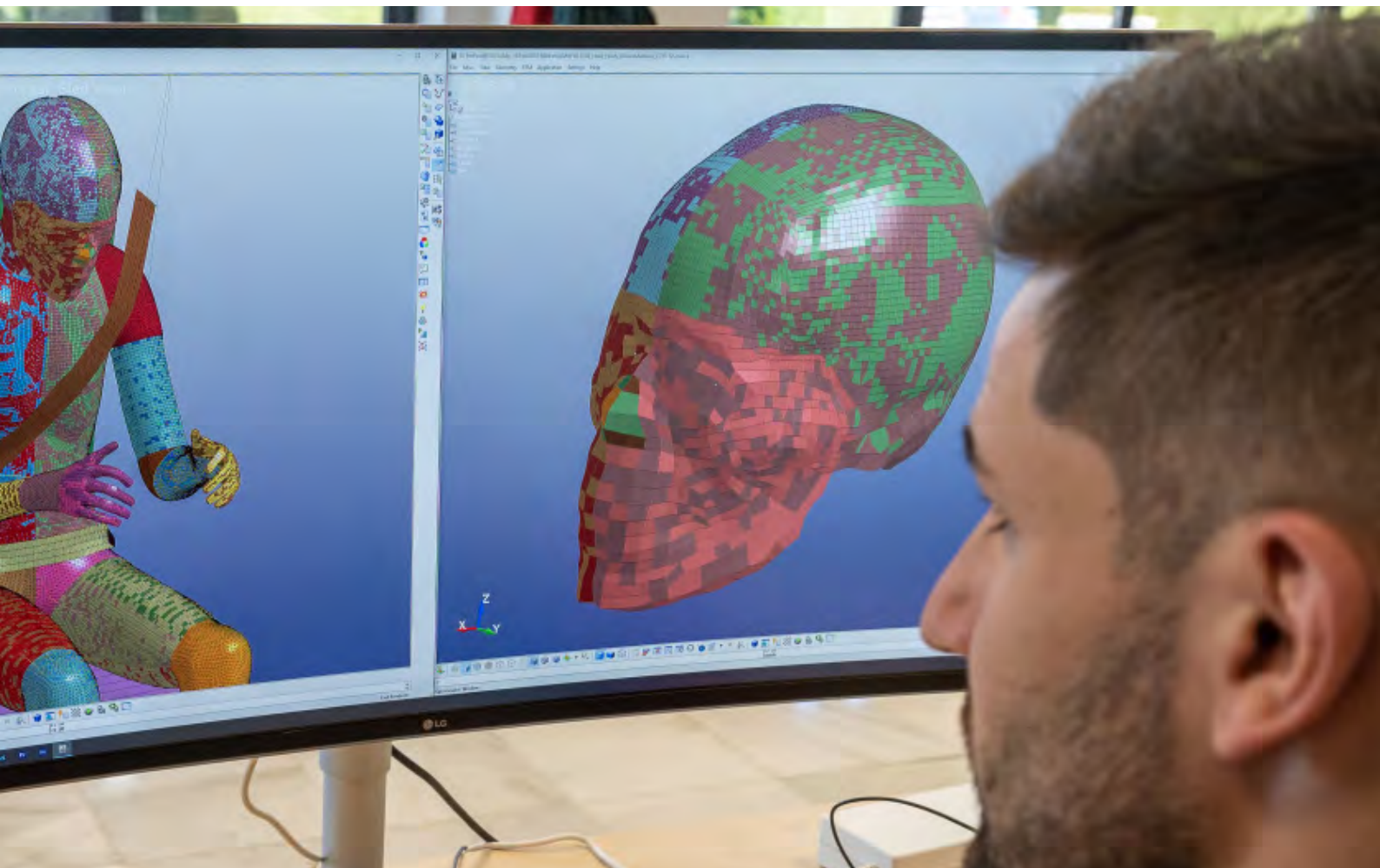
El objetivo principal de los constructores de vehículos es combinar el diseño óptimo de las carrocerías con el del resto de elementos de seguridad pasiva, como los cinturones, airbags frontales, laterales o de cortina. Todo ello, para ofrecer un alto grado de protección a los ocupantes y conseguir un buen comportamiento ante los diferentes tipos de accidentes que pueden producirse.

Antes del lanzamiento al mercado del modelo final, y tras haber diseñado todos los sistemas de seguridad mencionados, se realizan ensayos de colisiones frontales contra barreras rígidas, vuelcos e impactos laterales de los prototipos. En estas pruebas, tienen un papel fundamental los *dummies*, provistos de una gran cantidad de sensores y elementos de medida, como los acelerómetros, que permiten obtener datos sobre la violencia del impacto en las diferentes zonas del cuerpo, para evaluar si los ocupantes habrían sufrido lesiones considerables o, por el contrario, la protección sería adecuada.

Los *dummies* antropomórficos son de gran utilidad para analizar las consecuencias lesivas en los ocupantes de un vehículo tras un accidente. Sin embargo, tienen un elevado precio, y deben ser nuevamente verificados tras cada ensayo, lo que se traduce en otro importante gasto económico.

Hoy en día, existen programas informáticos de simulación muy potentes que, mediante cálculos por elementos finitos, permiten modelizar los vehículos y los *dummies* para realizar ensayos no destructivos. Los resultados son muy cercanos a la realidad, con la ventaja de la reducción de tiempo de ensayo y un coste económico infinitamente menor.

Desde hace años, la industria, en general, y la del automóvil, en particular, ha realizado grandes esfuerzos para minimizar los costes de desarrollo de nuevos diseños. Los *softwares* de simulación multifísica posibilitan la resolución de grandes problemas reales a partir del análisis mediante elementos finitos. Por eso se han





convertido en una herramienta fundamental en el proceso de I+D+i de la industria, simulando el comportamiento de los materiales ante cualquier tipo de esfuerzo, como los que soporta una carrocería ante un siniestro.

¿Se puede simular el comportamiento del cuerpo humano?

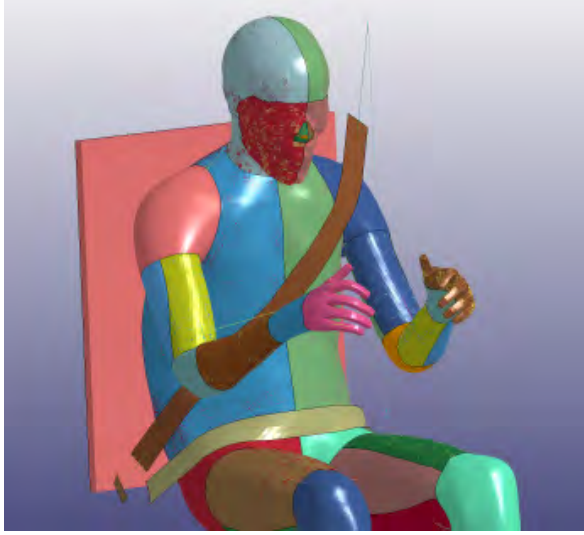
Sí, y los *dummies* virtuales de Toyota tienen la respuesta a esta pregunta.

En ingeniería, un modelo es una representación matemática que describe un comportamiento físico, mediante un sistema de ecuaciones matemáticas, que permiten simular el comportamiento del objeto al que representan. Las simulaciones de sistemas reales, por tanto, consisten en la representación de su comportamiento a partir de un sistema de ecuaciones. Estas simulaciones se llevan a cabo mediante métodos numéricos. Uno de los más usados hoy en día es el *Método de Elementos Finitos (MEF)*. Este método de cálculo se basa en la división del dominio de interés en un conjunto de subdominios más pequeños, unidos mediante puntos comunes, denominados nodos, considerándose un sistema continuo en cada tramo, de nodo a nodo.

Los sensores de los dummies permiten analizar las consecuencias lesivas de los pasajeros en un accidente

Gracias al uso de los elementos finitos, conseguimos la simplificación de las ecuaciones que hay que resolver para hallar la solución de cada parte del dominio. Permiten analizar geometrías más complejas y obtener un resultado numérico suficientemente aproximado al que se obtendría analíticamente. La solución final del modelo se obtiene del sumatorio de cada una de las soluciones de los subelementos en los que se ha dividido el sistema.

Esta serie de conceptos teóricos son aplicados, en este caso, a los THUMS de Toyota, gracias a programas informáticos que permiten realizar una discretización del dominio adecuada para conseguir el máximo nivel de precisión posible.



Propuesta de Toyota

Si alguien ha destacado por sus innovadores avances tecnológicos en el campo del análisis de daños en vehículos y sobre sus pasajeros, tras sufrir un accidente de tráfico, ha sido la compañía japonesa Toyota.

Toyota lleva desarrollando, desde el año 2000, los dummies virtuales, gracias a su *software* 'THUMS'. A partir de este año 2021 ha liberalizado el *software* para que cualquier persona o entidad que quiera investigar en los accidentes y la seguridad de los ocupantes lo use, con el objetivo de promover una movilidad más segura.

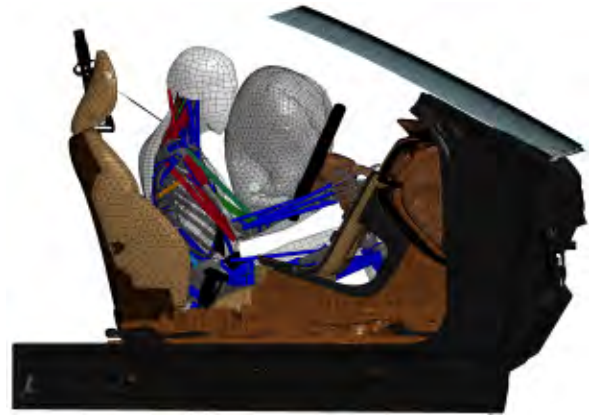
Ante este gran avance tecnológico, es imposible no preguntarse si estas herramientas son fiables y qué pueden suponer -especialmente en términos económicos-, para las marcas automovilísticas, en comparación con los ensayos tradicionales.

¿Son fiables? Para responder, es necesario conocer el funcionamiento de estos *dummies* virtuales.

Es preciso introducir en el *software* todas las partes del cuerpo humano y sus características, recopilando datos sobre los diferentes tejidos humanos y dimensiones, a partir de análisis médicos. A estos elementos virtuales se les aplica un método matemático, el *Método de Elementos Finitos*, por el cual se consigue aproximar, con gran precisión, el comportamiento del modelo digital al real humano.

En base a esto, se generan restricciones de movimiento (por ejemplo, de las articulaciones) o de deformación y rotura de las partes por la presión soportada en un accidente. Como vemos, se trata un proceso muy complejo.

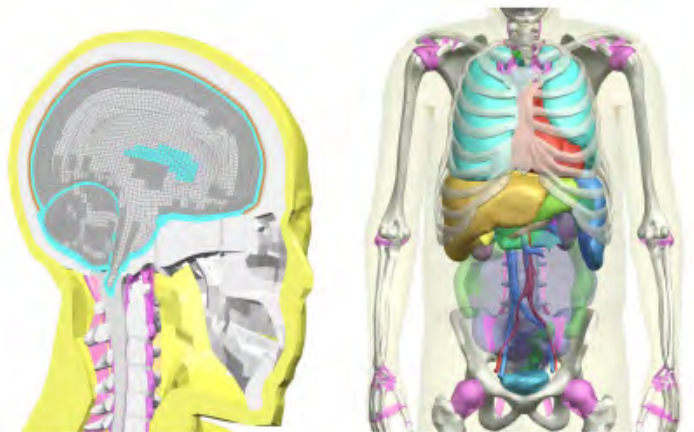
Se modelarán, en base a su densidad, la estructura esquelética, los músculos y los órganos internos de personas según su sexo, edad o complejión física. Así, conseguimos una ex-



Toyota ofrece la posibilidad de realizar ensayos con *dummies* virtuales: los THUMS

traordinaria precisión para analizar con detalle las lesiones sufridas en un accidente -son más exactos que los tradicionales *dummies*...-.

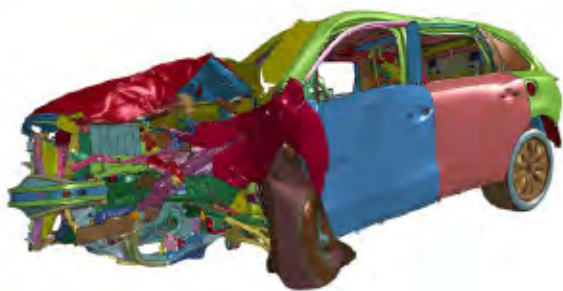
Los *dummies* antropomórficos tradicionales se comportan de manera totalmente pasiva e





inerte en un accidente; en cambio, los virtuales pueden ser programados para que se comporten de manera activa durante la conducción, por ejemplo, que apliquen una fuerza sobre el volante para evitar el impacto, que pisen el pedal del freno...Diversas acciones totalmente instintivas del cuerpo humano ante un peligro perceptible, que solo es posible simular a partir de los elementos finitos.

Estas características dotan a la simulación por ordenador de un realismo elevado, y sin necesidad de realizar pruebas destructivas, lo que conlleva un importante **ahorro económico** para los fabricantes.



Ahora bien, en cuanto a este aspecto económico, hay que tener en cuenta que los equipos necesarios para realizar estas simulaciones tienen un coste elevado, y también las licencias que permitirán acceder a los diferentes programas. Pero, a excepción de estos gastos, las marcas consiguen ahorrarse las inmensas cantidades de dinero que suponen los ensayos

destructivos (donde los *dummies* pueden costar más de 800.000 €), aparte de necesitar un riguroso mantenimiento periódico y un número de usos finito.

Pero los beneficios del uso de *dummies* virtuales van más allá del coste monetario. También los fabricantes reducen drásticamente los tiempos de ensayo, ya que no exige preparar pistas lanzaderas ni la (interminable) calibración de equipos específicos para la recogida de datos. En un *crash test* físico, si hay un error, no se podrá corregir hasta la siguiente prueba. Las pruebas de impacto virtuales ofrecen gran flexibilidad, es posible modificar los parámetros de ensayo de forma mucho más rápida. Puede reducir significativamente los tiempos de fabricación y entrega de los diferentes modelos de vehículos.

La **simulación numérica** ofrece un amplio abanico de posibilidades y beneficios, aunque por ahora deba convivir con pruebas tradicionales para conseguir los resultados más satisfactorios posibles y desarrollar los mejores dispositivos de seguridad en vehículos ●



Para saber más:

- Programa de simulación
<https://www.lstc.com/download/manuals>
- Manuales Thums
<https://www.toyota.co.jp/thums/>

