

Capítulo 6

DESARROLLO DEL DUMMY EN PRO/ENGINEER.

6.1. Justificación

Con la necesidad de alcanzar los objetivos planteados por la presente investigación, se requirió la implementación de un modelo de Dummy en el TUBOLARE. Dicha implementación, requiere lógicamente de la construcción de un modelo en CAD del Dummy y el presente capítulo, otorgará al lector una explicación a detalle acerca de la historia del uso de modelos con forma humana para la prueba de vehículos, ciertos parámetros necesarios para la construcción de modelos con forma humana, así también como la aplicación de suposiciones y delimitaciones que el presente trabajo de tesis consideró para la creación de un ensamble en CAD con determinados grados de libertad cuya función es le representar un cuerpo de forma humana también llamado Dummy.

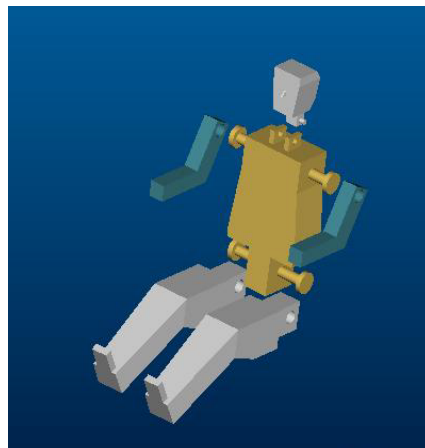


Ilustración 6-1 Ensamble Explotado Dummy.

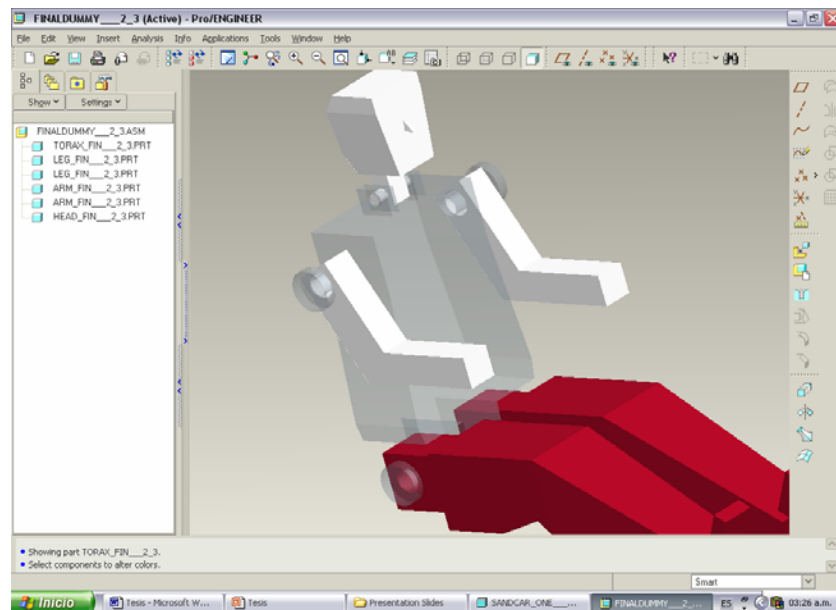


Ilustración6-2 Ensamble Dummy.

6.1.1. Breve Historia del Dummy de Pruebas.

La historia del Dummy de pruebas como instrumento de diseño para la construcción de automóviles seguros comienza en 1966, en Estados Unidos de Norteamérica, cuando el congreso de la unión de dicho país aprobó el acta para la creación de “The National Traffic and Motod Vehicle Safety”, con lo que a partir de esta fecha, la industria de diseño y construcción de vehículos, se volvió una industria regularizada.

Poco tiempo después, comenzó un debate entre industrias manufactureras de vehículos y el gobierno, ya que se discutía la veracidad y la confiabilidad de los instrumentos de prueba para la seguridad de vehículos. Fue entonces cuando la “National Highway Safety Bureau”, propuso el uso del Dummy de pruebas llamado “Alderson's VIP-50 dummy”, para validar sistemas restringidos. Sin embargo, el Dummy de pruebas empleado, requería ser impactado a 30 millas por hora para obtener resultados, por lo que

muchos investigadores expresaron que los resultados obtenidos por este Dummy de pruebas, no eran repetibles y aplicables desde el punto de vista de manufactura además que dichos resultados no estaban definidos en términos de ingeniería.

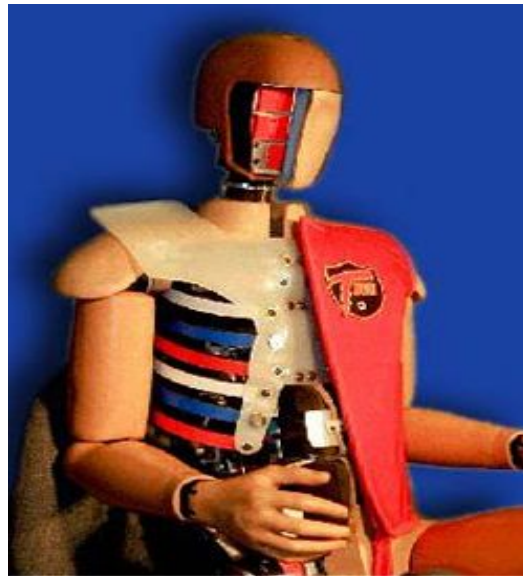


Ilustración 6-3 Dummy THOR.

Investigadores de diferentes firmas, no lograban tener un acuerdo para el desarrollo de tecnología estándar en la creación de Dummies para expresar una colisión frontal en términos de ingeniería. El gobierno aceptó las propugnas de los investigadores. La empresa automotriz GM, en lugar de incluirse en las protestas de las empresas manufactureras en contra de la regulación gubernamental, desarrolla el “Hybrid 1 Car Crash Test Dummy”. Dicho Dummy, respondía a las necesidades planteadas por SAE. GM, no solo creó la estructura básica del Dummy, si no también creó los procedimientos de calibración de los mecanismos del Dummy, los cuales tiempo después serían estandarizados para su puesta en operación en laboratorios de control.

En 1972, GM presentó sus avances en el desarrollo del nuevo Dummy al Gobierno, así como los procedimientos de calibración del mismo. A partir de los cambios y exigencias que el Gobierno planteó a GM, fue como tomando en consideración la base de el primer Dummy de pruebas validado por SAE, nació el nuevo “GM Hybrid II crash test Dummy” el cual, satisfacía las exigencias de la corte, del gobierno, de las industrias manufactureras y fue así como se convirtió en el estándar para la prueba de vehículos en colisión frontal para la industria automotriz dentro de los Estados Unidos en sistemas restringidos.



Ilustración 6-4 Dummy de Pruebas.

En 1972, al mismo tiempo que GM lanzó el HYBRID II a la industria, expertos investigadores comenzaron a desarrollar un Dummy de pruebas de impacto que representara con mayor precisión la biomecánica del cuerpo humano durante una colisión real. De esta manera es como nació el HYBRID III, pero, ¿Por qué si GM no tenía problemas gubernamentales con su ya confiable HYBRID II, construyó uno nuevo? Una



ves que el pueblo americano tomara conciencia acerca de la importancia que tiene la construcción y diseño de un vehículo probado para colisiones, la única forma de permanecer líder en el mercado, es estando a la vanguardia en calidad y seguridad al cliente. Es por esta razón, por la que ingenieros de GM y de otras firmas, comenzaron a necesitar dispositivos de pruebas que les permitieran el tomar lecturas de forma única y de gran precisión para la realización de experimentos de colisión. Así fue como se abrió paso la costosa generación de Dummies de Colisión HYBRID III, quienes impulsados por el creciente furor en seguridad, no encontraron resistencia frente al precio.

En 1973, GM convocó al primer seminario internacional, en donde expertos a lo largo del mundo compartirían su experiencia para la mejora de sistemas mecánicos con respuesta cercana al comportamiento humano. El avance importante que se logró durante este seminario en comparación a sus predecesores, fue el hecho que GM no se interesó en el daño que puede ser provocado en el impacto, mas bien se concentró en la investigación de cómo la gente responde durante una colisión, los factores psicológicos y otras reacciones intrínsecas al comportamiento. Un año después del lanzamiento del HYBRID III, GM aceptó un contrato gubernamental para la creación de un Dummy mucho mas refinado. En 1978, GM creó el GM 502, en donde aplicó información de las convenciones aplicadas anteriormente. En 1983, GM en petición de la “Nacional Highway Traffic Safety Administration” (NHTSA) incluyó nuevos procedimientos para pruebas seguras de colisión, apoyado por el gobierno para aprobar los estándares internacionales de la “Internacional Standar Organization” (ISO), los cuales aprobó en decisión unánime para aprobar el HYBRID III como el estándar internacional para pruebas de impacto.



Al pasar de los años, diferentes Dummies empleados en pruebas de impacto han sufrido diferentes cambios ya sea para mejorar el comportamiento del Dummy en colisiones o para mejorar la forma en que estos aparatos de medición se construyen, su aplicación y para ajustarlos a las necesidades de una aplicación específica, ya que al mismo tiempo que la tecnología avanza en la creación de nuevos automóviles con sistemas de protección y seguridad de vanguardia, los instrumentos de medición tienen que adecuarse para responder a las nuevas condiciones.

Tal es el caso de la introducción de la bolsa de aire, ya que el equipo de ingenieros de diversas firmas basados en los datos obtenidos por pruebas de impacto pasadas, en los años setentas se comenzó a desarrollar las bolsas de aire que protejan a los ocupantes. Sin embargo estudios con las bolsas de aire posteriores, arrojaron que dado que los primeros Dummies estaban basados en la proporción y la complejidad de ocupantes del sexo masculino, los datos empleados para el diseño de las primeras bolsas de aire se enfocaron a obtener resultados positivos en proteger la integridad de el hombre promedio, por lo que para niños y mujeres, el uso de bolsas de aire, podía ser fatal, ya que lejos de proporcionar seguridad en la colisión, se demostró que podría causar graves daños. Es por esta razón, por la cual a principios de los años ochenta, diversas compañías entre las que destaca GM, comenzaron a desarrollar familias de Dummies para la prueba de vehículos, Dummies que van desde mujeres, hasta niños en diferentes etapas de crecimiento. Pero no fue hasta 1996 cuando GM en conjunción con CHRYSLER y FORD en petición del gobierno, se enfocaron a resolver el problema de daños al pasajero durante la aplicación de dispositivos



de bolsas de aire. El objetivo pedido por la AAMA o (American Automobile Manufacturers Association) fue el determinar la ubicación óptima de las bolsas de aire para que se empleara un solo modelo de bolsa de aire y este asegurara la integridad del ocupante no importando su complejidad o genero. Fue hasta 12 meses después, cuando la CRABI “Chile Restrain Air Bag”, fue desarrollada y probada con Dummies de niños.

Con el advenimiento de los años noventa, las exigencias de pruebas y seguridad en la industria automotriz, se tornaron más severas, ya que para aprobar un auto como seguro, tenia que pasar un gran tiempo en el desarrollo de pruebas de forma que los autos que salgan al mercado, puedan competir en una industria globalizada.

Fue aquí, donde complejos modelos matemáticos comenzaron a aparecer en escena, dado que a mediados de los noventa, ya se disponía con tecnología computacional de avanzada y el método de elementos finitos ya estaba lo suficientemente desarrollado como para aplicarse en la simulación de modelos. Pero para validar los resultados matemáticos aplicados por la computación, tienen que ser evaluados y comparados con la prueba real de un Dummy.

Lo importante de las investigaciones de Dummies, y su constante evolución ha sido que gracias a los datos obtenidos por cuantiosas pruebas y una basta experiencia en el entendimiento de la mecánica de una colisión, es que las incidencias en que un conductor pueda recibir daños fatales en la zona frontal del cuerpo, han disminuido considerablemente. Sin embargo aun hace falta camino que recorrer ya que el objetivo de



salvaguardar la vida de los ocupantes es ambicioso y se desea disminuir el daño fatal en el cuello y piernas aun más.

El Dummy de pruebas de impacto tal como lo conocemos, esta en continuo cambio he incluso recientes aplicaciones han remplazado al Dummy virtual Humano por sistemas simulados por computadora de Dummies y la razón o las razones por la que el uso de sistemas computacionales esta desplazando el uso del tradicional Dummy, son muchas, entre las que destacan, el costo de prueba y la sensibilidad de las mismas. Ya que los Dummies computarizados no se dañan, no necesitan mantenimiento y son muy acertados. Es por ello por lo que el los años venideros, la seguridad de vehículos aumentará aun mas por que el ciclo de diseño y prueba de vehículos se reduce dado a que un solo vehículo puede ser probado cientos de veces mas que como se hacia anteriormente mucho antes de siquiera tener un prototipo.

6.1.2. Articulaciones del Dummy de Pruebas.

Como parte del esfuerzo conjunto que diversas compañías manufactureras de automóviles han emprendido en el desarrollo de tecnología de impacto para mejorar el comportamiento de los autos en una colisión, la NHTSA en si división de investigación en biomecánica, ha desarrollado el diseño de un modelo Dummy de avanzada para la colección de datos de impacto. El nombre de este Dummy de pruebas es THOR, que como parte de un programa de desarrollo la NHTSA ha recibido cooperación de distintas organizaciones internacionales y la aprobación de distintos países, como lo son Japón, USA, Australia y la unión Europea.

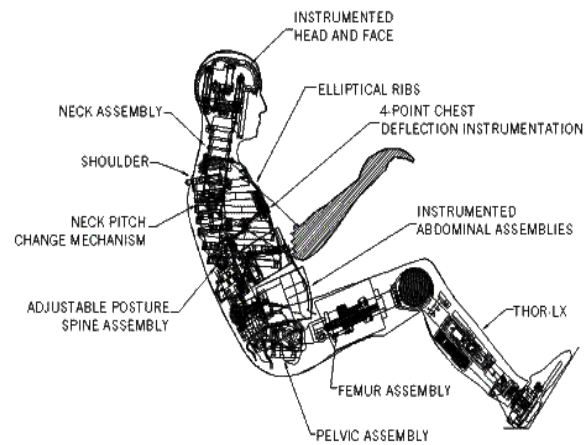


Ilustración 6-5 Articulaciones del Dummy de Pruebas THOR.

Como parte de este esfuerzo internacional para el desarrollo de tecnología aplicada a la seguridad de los pasajeros de vehículos, la NHTSA con el desarrollo de THOR, ha implementado diversas articulaciones para una respuesta mucho más confiable biomecánicamente del Dummy.



Ilustración 6-6 Dummy con Instrumentación.

Entre las especificaciones de grados de libertad que este modelo acepta destacan:

- La introducción de una cabeza multidireccional en la cual se incluyen sensores de aceleración para una mejor colección de datos que sean representativos del movimiento del cerebro dentro del cráneo en una colisión frontal.
- El cuello de este Dummy tiene movimientos representativos de los grupos musculares y el movimiento cervical que responda de forma voluntaria en impactos laterales y frontales.
- El Tórax del Dummy cuenta con la representación de soporte de clavícula para impactos de alta velocidad sin intervención de fricción.
- La deflexión del cuello puede hacerse en cuatro puntos de control como lo ilustra la ilustración [6-8]
- El diseño de la articulación de hombro, da seis grados de libertad en giro y 16 movimientos lineales. Esto fue pensado para tener una respuesta mas humana dependiendo del movimiento inercial de una colisión impulsada por la masa del brazo. Dicha articulación, se encuentra descrita en la Ilustración [6-7]

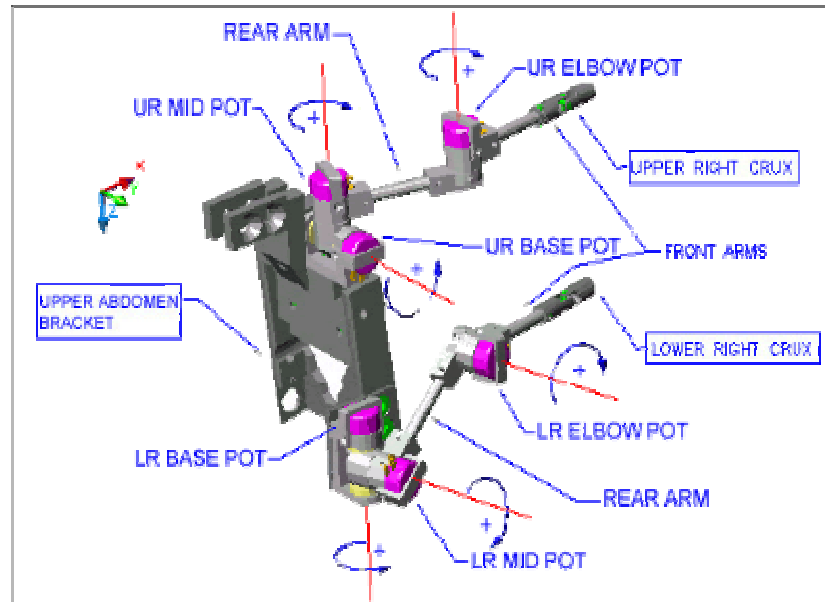


Ilustración 6-7 Articulación del Hombro Dummy.

- El abdomen del Dummy ha sido diseñado con un modulo de medición de compresión en deflexión lateral en tres dimensiones.
- El diseño de la pelvis, ha sido de forma antropomórfica de acuerdo a la configuración del hombre promedio.
- Las extremidades inferiores, tienen movimiento en el tobillo y cuanta con resistencias musculares que imitan el movimiento del tendón de Aquiles para un movimiento mucho más real.
- En cuanto a Instrumentación, el THOR, es capas de transmitir 134 canales de información simultáneos, cuenta con 9 acelerómetros uní axiales y 1 biaxial. En la cara cuenta con 5 celdas de carga uní axiales y en el cuello cuenta con dos celdas de 6 canales cada una con un potenciómetro de rotación.

- El Tórax cuenta con un CRUX de deflexión tridimensional y una constitución de costillas que miden desplazamiento.



Ilustración 6-8 Articulación del Cuello Biomecánico Dummy.

6.2. Creación del Dummy en Pro/Engineer.

Con la finalidad de lograr los objetivos planteados por esta tesis, fue necesaria la creación de un DUMMY de forma y proporciones humanas. Es importante recordar que una vez delimitado el alcance de la presente investigación, podemos concluir que el Dummy planteado por este trabajo de tesis, tiene que contar con movimiento en determinadas articulaciones y por lo tanto tiene que ser un ensamble. Como fue planteado originalmente por esta tesis, el Dummy generado para esta tesis, solo tendrá movilidad en piernas brazos y cuello, por lo que no contará con espina dorsal y no podrá rotar el cuello. La estatura del Dummy planteada por esta tesis y dada las condiciones de operación del TUBOLARE y la información proporcionada por Tecnoidea S.A. de C.V. se determinó 1.70 m como la estatura empleada para el análisis.

El Dummy tendrá similitud al cuerpo del Hombre y sus extremidades serán generadas de acuerdo a su estatura y su complejión. El Dummy, como fue establecido en las limitaciones de esta investigación, no será empleado para diagnóstico de daños en el cuerpo humano ni se usará la información de esta modelo para interpretación de daños médicos, solo será usado para simular las cargas que afectan a un cuerpo con forma humana en la colisión de un automóvil y como esta responde a los efectos del impacto. Una de las piezas más importantes del Dummy, es el tórax ya que a ella se interconectan las demás piezas que conforman el ensamble y es el lugar de contacto que interactuará con el TUBOLARE por lo que su diseño debe ser cauteloso. Ver Ilustración [6-9]. El Tórax planteado para el Dummy del TUBOLARE, debe contar con superficies planas tanto en el frente como en la parte inferior, ya que será ahí en donde entre en contacto con el TUBOLARE y para simplificación de mallado, es importante reducir el numero de superficies. Además, debe contar con partes donde se conecten los brazos y piernas así como la cabeza sin perder la movilidad esperada.

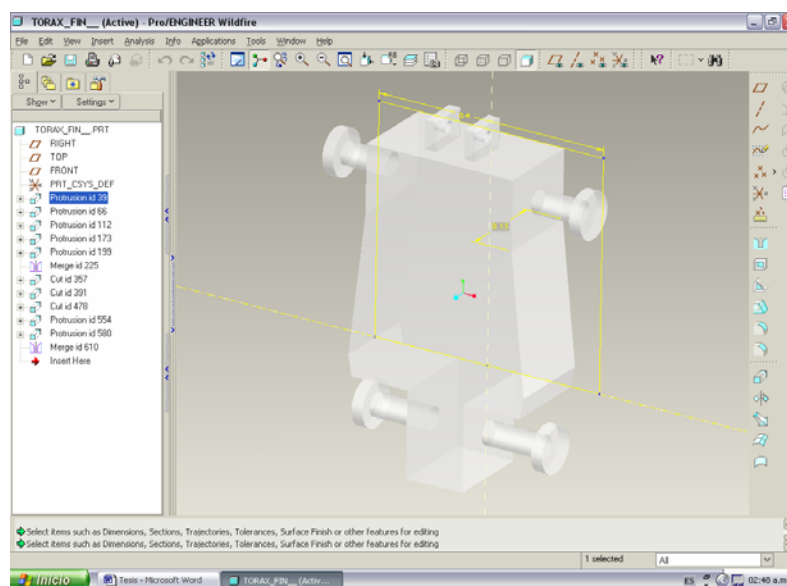


Ilustración 6-9 Tórax de Dummy.

El Dummy generado para la colisión del TUBOLARE, se ensambló de la siguiente manera (Ver Ilustración [6-10]), procurando respetar los espacios contemplados para el análisis de de superficies de forma que no se presenten interferencias en las uniones ente el Tórax y las demás piezas que conforman el cuerpo del Dummy.

Una vez teniendo en cuenta los lineamientos necesarios para la creación de este Dummy con similitud al cuerpo humano, se procedió a diseñar las piezas en Pro/Engineer procurando guardar las proporciones humanas del cuerpo de acuerdo a los aspectos generales discutidos anteriormente.

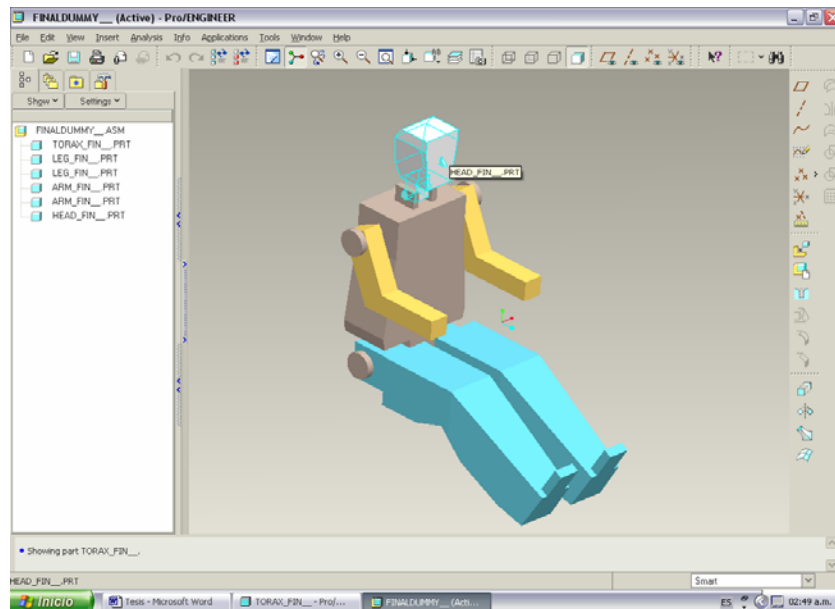


Ilustración 6-10 Dummy en Ensamble total.

Como el lector puede apreciar, el Dummy presenta muchas superficies planas ya que para facilitar el trabajo de máquina en el cálculo de concentración de esfuerzos, se requiere un número bajo de superficies para poder generar mallas con un mayor tamaño. Por lo que para generar un menor número de ecuaciones y matrices, se simplifica el modelo de Dummy a superficies sin detalles en redondeos que permitan a la máquina es tener un resultado estimado sin comprometer la capacidad del Hardware disponible para la realización del estudio. En la siguiente Ilustración [6-11], el lector podrá apreciar la cabeza que conforma una de las piezas de Dummy, la cual cuenta con articulación en para rotación en un solo eje u se conforma por caras rectangulares principalmente. De esta forma se creó un modelo de Dummy lo suficientemente complejo como para satisfacer las demandas de la investigación sin exceder las capacidades computacionales disponible para efectuar el estudio de impacto.

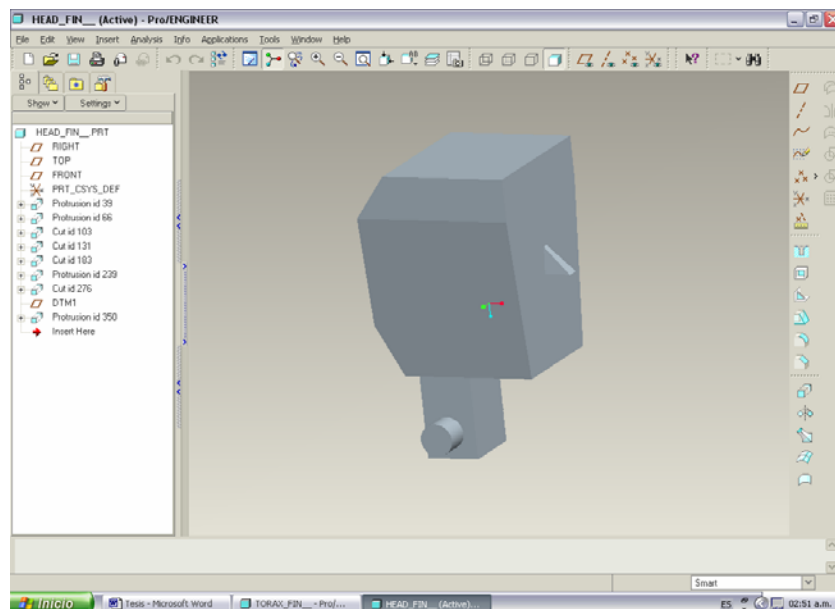


Ilustración 6-11 Cabeza con Articulación del Dummy.