

ARTÍCULO

APLICACIONES DE LA REALIDAD VIRTUAL EN LA INGENIERÍA MECÁNICA Y AUTOMOTRIZ.

David Francisco Ramírez Muñoz

Aplicaciones de la realidad virtual en la ingeniería mecánica y automotriz.

Resumen

El uso y aplicación de recursos tecnológicos e informáticos ha crecido en muchas áreas de la ingeniería y las ciencias aplicadas; principalmente en las telecomunicaciones, la industria aeronáutica y aeroespacial, pero sobre todo, en el área automotriz. Existe una gran variedad de modelos y aplicaciones para los automóviles: vehículos deportivos, todo terreno, recreativos, autobuses, camiones, motocicletas, aquellos que se fabrican para las competencias Grand Prix o Fórmula 1 y los prototipos de proyectos estudiantiles de universidades (como Fórmula SAE®, que en esencia, utiliza los mismos principios de funcionamiento).

A nivel mundial, hay una gran demanda de usuarios de automóviles, lo cual ha generado un fuerte avance tecnológico; permitiendo apuntar más precisión, enfoque y particular detalle, a las necesidades que el mercado requiere. En los centros de diseño e innovación se definen, desarrollan y manufacturan nuevas tendencias de vehículos, de acuerdo a cada requerimiento. Ésto ha crecido en forma exponencial, por lo que ha permitido que se desarrollen y construyan sistemas mucho más eficaces, consiguiendo que los vehículos sean autónomos e inteligentes; más seguros tecnológicamente, aumentando la seguridad pasiva y activa en los mismos, logrando así, que el sector automotriz tenga una mayor demanda, promoviendo la utilización de nuevas alternativas sustentables, respondiendo y tomando medidas drásticas, en particular, a temas importantes, como el impacto ambiental y ecológico.

Por ello, la industria automotriz y, principalmente, las instituciones de investigación que colaboran en conjunto con la misma, intervienen fuertemente en el desarrollo de tecnología, innovación e investigación. Las universidades llevan a cabo la tarea de desarrollar, mejorar, probar, experimentar e implementar los avances científicos a través de estos recursos económicos que, en algunos casos, las grandes compañías patrocinan. Los proyectos son para poder recibir propuestas más benéficas y resultados mucho más satisfactorios a partir del desarrollo científico; cuyo propósito es fortalecer y mejorar las áreas de innovación—en colaboración con expertos—, que favorecerán al aumento de nuevos productos, tecnología y patentes, pero sobre todo, nuevas tendencias en el diseño y manufactura de automóviles.

El campo de la industria automotriz es una de las principales áreas de investigación, donde las empresas invierten fuertemente en desarrollo e innovación tecnológica. Una de las claves, como herramienta en este sector, es la implementación de tecnología utilizando ambientes virtuales, la cual reduce ampliamente los costos en nuevos diseños de productos (como diseño conceptual y a detalle o final), costos en los procesos de manufactura, pero sobre todo, en la simulación física y dinámica de pruebas de impacto y resistencia mecánica a través del uso de software especializado —

como CAE, CAD, CFD, FEA y CAM—. Esto, quizá, fomenta el uso y exploración de herramientas de realidad virtual dentro del área automotriz, ya que permitirá desarrollar, modelar y caracterizar rápidamente los nuevos productos y procesos que se requerirán para su desarrollo, de una forma más efectiva y mejorada, visualizando los prototipos finales sin necesidad de tener que fabricarlos, generando un ahorro en la manufactura esbelta y de prototipos rápidos.

Palabras clave: Observatorio Ixtli; TIC; Fórmula SAE; FSAE; Realidad Virtual; Visualización; CAD; Amira; Ingeniería Automotriz; Unity.

Virtual reality applications in mechanical and automotive.

Abstract

The use and application of technology and information resources, has grown in many areas of engineering and applied sciences, mainly in telecommunications, aeronautics and aerospace, but especially in the automotive area. In it, there are a variety of models and applications for automobiles, such as SUVs (Sports Utility Vehicle), ATVs, RVs (Recreational Vehicles), buses, trucks, motorcycles, those that are made for competitions as Grand Prix or Formula 1 and the prototypes of student projects within of universities, as Formula SAE®, which essentially, use the same operating principles.

Currently, globally there is a high demand of people in the use of automobile, which has generated a technological breakthrough, allowing more precise aim, focus and detail, that the market needs it required. In the design and innovation centers are defined, developed and manufactured, new trends of vehicles according to each requirement. This has grown exponentially, so has allowed to develop and build more effective systems, achieving that vehicles are more autonomous and intelligent, technologically safer, increasing passive and active safety in them, thereby, achieving that the automotive sector has increased demand, promoting the use of sustainable alternatives, responding and taking drastic measures in particular to important topics, such as environmental and ecological impact.

Therefore, that automotive industry, and mainly scientific research institutions that collaborate together therewith; invests heavily in the development of technology, innovation and research. Universities carry out the task to develop, enhance, test, experiment and implement scientific advances through these economic resources, that in some cases, large companies sponsor the projects to receive proposals more benefits and much more satisfactory results through of

scientific development, this, in order to strengthen the areas of innovation, working together with experts, which favor the growth of new products, new technology, new patents, but above all, new design trends and in the automobiles' manufacturing.

The field of automotive industry is one of the main research areas, where enterprises invest strongly in technological development and innovation. One of the keys as a tool in this sector, is the implementation and use of breakthrough technology in virtual environments, which reduce widely the costs and the new products design (as conceptual design and detail or final), costs in the manufacturing process, but above all, physical simulation and dynamic impact tests and mechanical strength through specialized CAE, CAD, CFD, FEA & CAM software. This perhaps, encourage the use of virtual reality tools within automotive field, so that will help to develop, modeling and characterize quickly, products and processes that will be required for development of a more effective way, precise and improved, visualizing the final prototypes without having to manufacture them, generating savings in lean manufacturing and rapid prototyping.

Keywords: Ixtli Observatory; TIC; Formula SAE; FSAE; Virtual Reality; Visualization; CAD; Amira; Automotive Engineering; Unity.

Introducción

Hoy en día, la fabricación de vehículos ha crecido de forma exponencial; se han diseñado y construido sistemas mucho más eficaces, que hacen que los motores sean más pequeños, pero más potentes, y que sean menos ruidosos; se han incorporado sistemas de calefacción que hacen más confortable el viaje, con asientos ergonómicos; sofisticados sistemas de transmisión que pueden ser manuales y automáticos al mismo tiempo; sistemas economizadores de combustible; sistemas de frenado eficientes, así como vehículos que presentan gran estabilidad en su trayecto. Todos estos y otros desarrollos en el área automotriz han sido diseñados, probados y desarrollados en la creación de prototipos, como el del Vehículo Fórmula SAE®.

El objetivo principal del proyecto Fórmula SAE®—así como de los proyectos involucrados, de pequeña, mediana o mayor envergadura dentro de la UNAM, a través de la Facultad de Ingeniería e Institutos—, es involucrar a los estudiantes de las carreras de ingeniería, y otras áreas científicas, a incursionar en el área automotriz. El diseño y desarrollo del vehículo de carreras FSAE® dentro de esta área debe mantener y formar en los integrantes del equipo liderazgo, razonamiento metódico y analítico, comunicación, participación, trabajo en equipo, imaginación, creatividad, organización y, sobre todo, toma de decisión dentro del proyecto. En conjunto, esto permite coadyuvar y contribuir en la realización efectiva, continua y tecnológica del proyecto, y en la formación personal, académica (teórica y práctica) y profesional del ingeniero.[1]

El proyecto FSAE® es tan completo que considera prácticamente todos los aspectos de diseño, construcción, evaluación, producción, financiamiento y desarrollo tecnológico para llevar a cabo la manufactura del vehículo y la dirección de dicho proyecto. Es por ello que deben establecerse y emplearse principios básicos, así como herramientas matemáticas y computacionales —consideradas para realizar el diseño de la estructura—, de los componentes mecánicos, de la carrocería y de los propios ensambles, a través de diversos recursos gráficos y visuales, como lo es el uso de programas de realidad virtual. Además, se colabora en las áreas de mecánica y automotriz, con el propósito de crear nuevas tendencias en diseños y prototipos, aplicando la ingeniería inversa y mejorando los sistemas que lo integran.

Las aplicaciones y desarrollo tecnológico en el área de ingeniería mecánica, en particular dentro del área automotriz, han permitido guiar el rápido crecimiento en otras áreas de investigación, como en materiales, manufactura avanzada y esbelta, diseño mecánico, análisis a través de ingeniería mecánica computacional y, en gran demanda, la aplicación de tecnologías de automatización y robótica industrial; lo que permite mayor flexibilidad de fabricación en tiempos reducidos, pero sobre todo, haciendo uso e implementación de los ambientes virtuales. Éstos han ayudado a desarrollar herramientas que permiten visualizar los elementos internos y externos de cualquier prototipo de ingeniería que se esté desarrollando y/o de los productos que llegarán a convertirse, en menor tiempo, en productos terminados.

A través de la sala de realidad virtual inmersiva, Observatorio Ixtli[2], se puede mostrar, en una aproximación, lo que sería el prototipo final en escala real y los diferentes sistemas que lo conforman, experimentando una sensación de acercamiento (*inmersión*) del mundo virtual al mundo real, gracias a las características y propuestas de diseño que podrían llevarse a cabo dentro de una empresa, —en donde se lleve a cabo la manufactura, producción y venta de pequeños vehículos de carreras FSAE®—.El desarrollo de este proyecto, y de cualquier proyecto tecnológico, ayuda al estudiante a poner en práctica su destreza; permitiendo desempeñarse mejor en la vida profesional, al tener conocimiento de los problemas que se podrían presentar con cada proceso, enfrentando eficientemente la toma de decisiones y mejorando los resultados de la industria.[3]



Fig. 1. Vehículo Fórmula SAE®

El diseño conceptual del vehículo FSAE®

Entendemos por *Diseño* la concepción y formulación de un plan para satisfacer las soluciones más apropiadas de una necesidad humana. Así, ***Diseño Mecánico*** es el diseño de objetos y sistemas de naturaleza mecánica, como piezas, mecanismos, máquinas, aparatos, estructuras, dispositivos e instrumentos, que en conjunto ayudan a satisfacer dicha necesidad.

Para que el Diseño Conceptual sea el más adecuado, es necesario llevar a cabo un *diagnóstico* que aclare y delimite el problema, conociendo las diversas variables que intervienen y sus relaciones causa-efecto. Con base en esto, debe dimanarse a efectuar un *proceso de diseño* que busque definir la mejor solución, con todos los detalles y especificaciones necesarios para que pueda conceptuarse a la realidad; estas dos funciones centrales serán útiles en el planteamiento, formulación y en la toma de decisiones de nuestro problema. [4]

Las Fases de Diseño que deben seguirse dentro del *Diseño Conceptual en Ingeniería* están basadas en un *Método Tradicional de Diseño en Ingeniería* que se describe a continuación: [5]

A) ***Reconocimiento de la Necesidad***. En ésta primera etapa se definen e identifican las necesidades del diseño: ¿qué se va diseñar?, ¿para qué? y ¿cuál será su utilidad?

B) ***Definición del Problema***. En ésta etapa del diseño se identifican las condiciones, especificaciones o limitaciones del sistema que hay que diseñar para satisfacer la necesidad.

C) ***Síntesis***. Se realiza una síntesis de la solución al problema que satisfaga las condiciones del problema.

D) ***Análisis y Optimización***. Se analiza y optimiza la solución de acuerdo a las limitaciones del problema.

E) ***Evaluación***. En este punto se evalúa, mediante prototipos y modelos, si el diseño es acertado, si cumple con las necesidades y especificaciones, si es competitivo y, principalmente, si es confiable y económico.

F) ***Presentación***. Es la comunicación de la solución a otras personas. Esta comunicación se expresa de forma escrita, oral y gráfica.

Para entender el procedimiento que debe seguirse en cualquier etapa de diseño de ingeniería, se verá la representación del proceso en un diagrama de flujo (Figura 1.1.a), el cual nos describe los pasos descritos anteriormente en las fases de diseño; desde el reconocimiento de la necesidad hasta la presentación de los resultados y la visualización tridimensional del prototipo FSAE®:

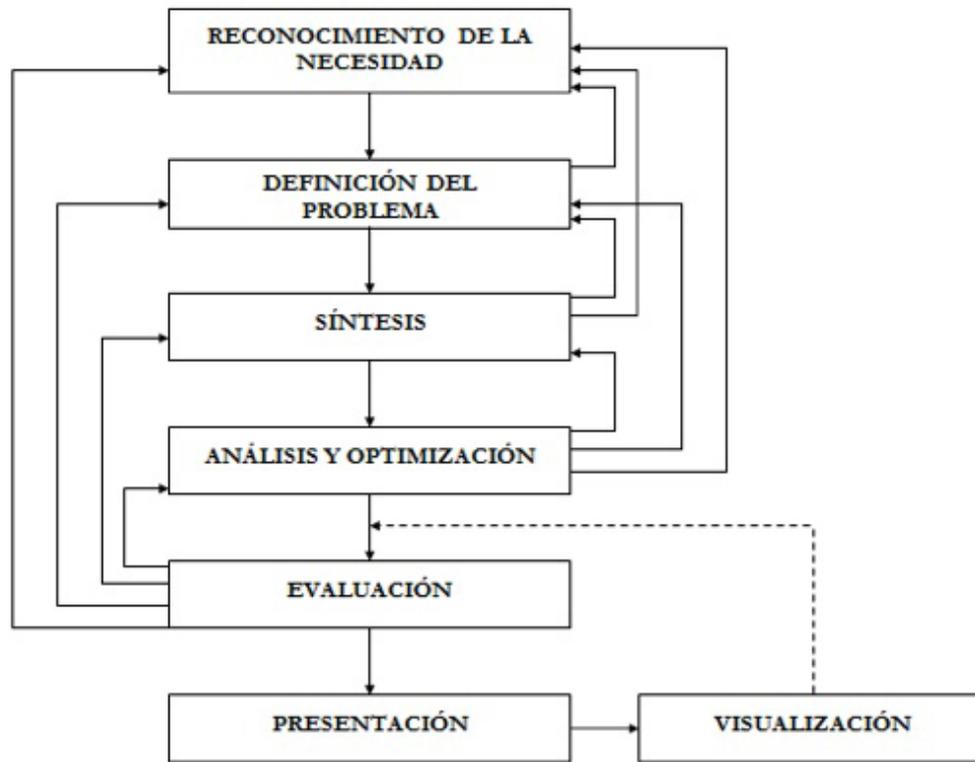


Fig. 1.1.a. Metodología de las Fases de Diseño Tradicional y Visualización del Prototipo dentro de Ingeniería.

El *Diseño* tiene un propósito concreto: la obtención de un resultado final; al que se llega mediante una acción determinada o por la creación de algo que tiene realidad física. En dicho diseño, se pasa por varios procesos iterativos, donde se evalúan los resultados y se regresa a una etapa anterior del proceso. Esto nos ayudará a sintetizar varios componentes de un sistema, analizarlos y optimizarlos, para después regresar a la síntesis y ver qué efectos presenta estos resultados con las diferentes partes del sistema. Para el análisis y la optimización será necesario, muchas veces, hacer uso de modelos matemáticos, ya que esto nos dará una idea aproximada del modelo que más se acerca al comportamiento físico real del sistema analizado.

En el diseño del FSAE®, la NECESIDAD es definir las características de los sistemas que componen un pequeño vehículo monoplaza de carreras; el PROBLEMA sería encontrar el diseño de los mejores sistemas del automóvil, que cumpla con las especificaciones y condiciones que establece la FSAE y, además, sea competitivo en todos sus aspectos. Por otro lado, la SÍNTESIS de la mejor solución no debe hacerse sin antes realizar un ANÁLISIS Y OPTIMIZACIÓN; se deben comparar qué modelos, mecanismos, piezas, dimensiones y dispositivos satisfacen las especificaciones que intervienen. El siguiente paso será entonces la EVALUACIÓN de cada sistema del vehículo y determinar si es de óptima fabricación, funcional, confiable, de fácil mantenimiento, económico y, sobre todo, si competirá con éxito en la carrera.

Para finalizar con el proceso de diseño, será necesario hacer una PRESENTACIÓN escrita, comunicarla para ver si es viable su fabricación y crear un bosquejo del que pudiera ser un siguiente prototipo para la competencia FSAE®.

Es por ello que, a partir de la METODOLOGÍA del diseño tradicional, y de las técnicas, herramientas y equipo de realidad virtual, podremos VISUALIZAR una propuesta de innovación y desarrollo tecnológico en el área automotriz: utilizando la aplicación de tecnologías y equipo de observación científica de objetos en tercera dimensión (3D) dentro del Observatorio Ixtli, de la UNAM.

A continuación se muestra el Diseño de los diferentes sistemas que debe incluir el vehículo FSAE®:

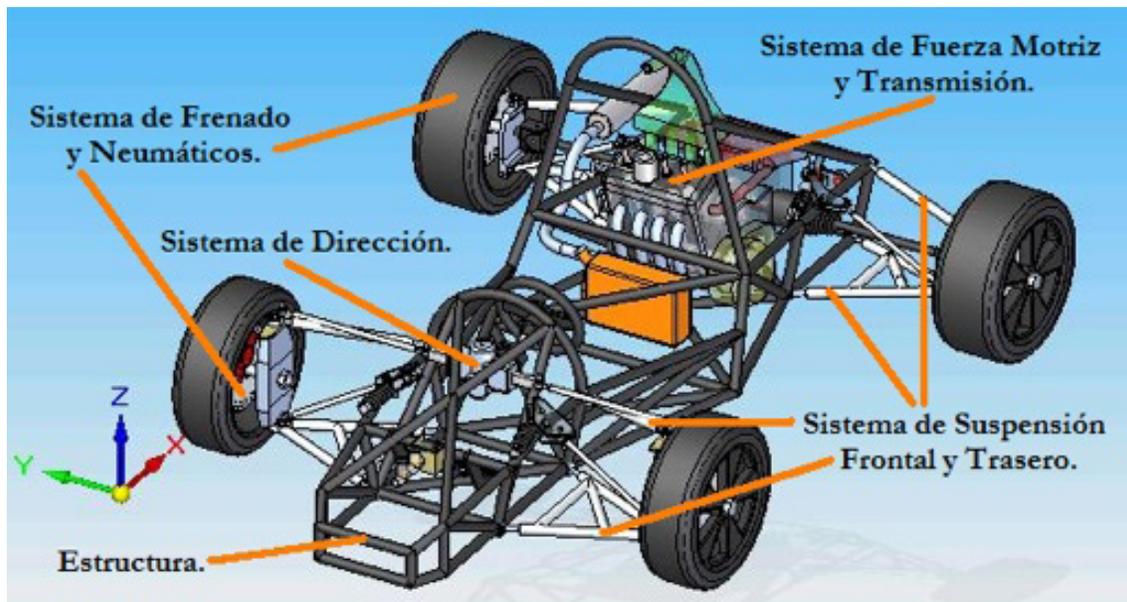


Fig. 1.1.b. Diseño y ubicación de los Sistemas del Vehículo de Carreras FSAE®, en un Programa CAD.



Fig. 1.1.c. Prototipo de Diseño de un Vehículo FSAE® con ADMS.

La realidad virtual dentro del campo de la ingeniería.

La *Realidad Virtual* es un medio que está compuesto de simulaciones interactivas por medio de una computadora u ordenador, que sensibilizan la posición y acciones de un usuario, generando la sensación de que éste se encuentra inmerso o presente en la simulación (mundo virtual). [6]

Los sistemas de realidad virtual sumergen al usuario dentro de entornos completamente digitales sintetizados. Estos mundos sintéticos pueden simular las propiedades visuales de existencia del mundo real o espacios completamente imaginarios, a veces acompañados de pantallas acústicas y táctiles. Mientras son usados estos sistemas, el usuario no puede ver o interactuar con el mundo real alrededor de él. [7]

Las principales características de la realidad virtual son: [8]

1. **La Presencia.** Se refiere a sentirse parte del mundo artificial.
2. **La telepresencia.** Tiene que ver con que personas, geográficamente distribuidas, tengan presencia simultánea en el mundo.
3. **La inmersión.** Se relaciona con que el espectador se sienta rodeado del entorno.
4. **Amplio ancho de banda visual.** Es contar con despliegues panorámicos que permitan colocar gran cantidad de información visual en el escenario.
5. **Estereografía.** Contempla la percepción de profundidad y la ubicación en el espacio tridimensional de los objetos.
6. **Interactividad.** Incluye la realimentación que se tiene con otros espectadores a través del medio de la realidad virtual, así como la respuesta en tiempo real del sistema computacional (y el mundo virtual) a las acciones tomadas por los usuarios.

Se busca que la interacción de estos ambientes, dentro del campo de la ingeniería mecánica y automotriz, sea lo más natural posible, por lo que se llega a recurrir al uso de dispositivos especiales, que nos permiten una manipulación natural con el ambiente, como pueden ser el uso de guantes, sistemas de rastreo de movimiento o interfaces de entrada muy específicos, estrechamente vinculados con el ambiente en que se trabaja. Por ejemplo, en simuladores de vuelo y manejo, se utilizan volantes y palancas de velocidades, entre otros instrumentos, y dispositivos electrónicos. [7] Esto ha ayudado fuertemente en el avance científico, sobre todo en aspectos de seguridad del automóvil, ya que el uso de estos dispositivos hace que la conducción llegue a ser más fácil y autónoma, previniendo posibles accidentes a causa de distracción o errores humanos y proveyendo mayor seguridad dentro de los vehículos (Fig. 1.2.a.).



Fig. 1.2.a. Participante Inmerso en un Entorno Virtual.

La visualización tridimensional del prototipo FSAE®, dentro del Observatorio Ixtli[2], tiene la finalidad de mostrar el uso de herramientas que permiten un despliegue estereoscópico a través de la infraestructura y recursos humanos especializados, empleando la tecnología de procesamiento visual de la información y de ambientes virtuales. La finalidad de llevar a cabo la Exposición del prototipo en este recinto es brindar la oportunidad de observar, interactuar y analizar el estudio de diversos objetos tridimensionales con detalle, como pueden ser la geometría de los sistemas y componentes que lo integran, y generar una sensación de *inmersión*; que el espectador se sienta parte de ese ambiente virtual (Fig. 1.2.b.).

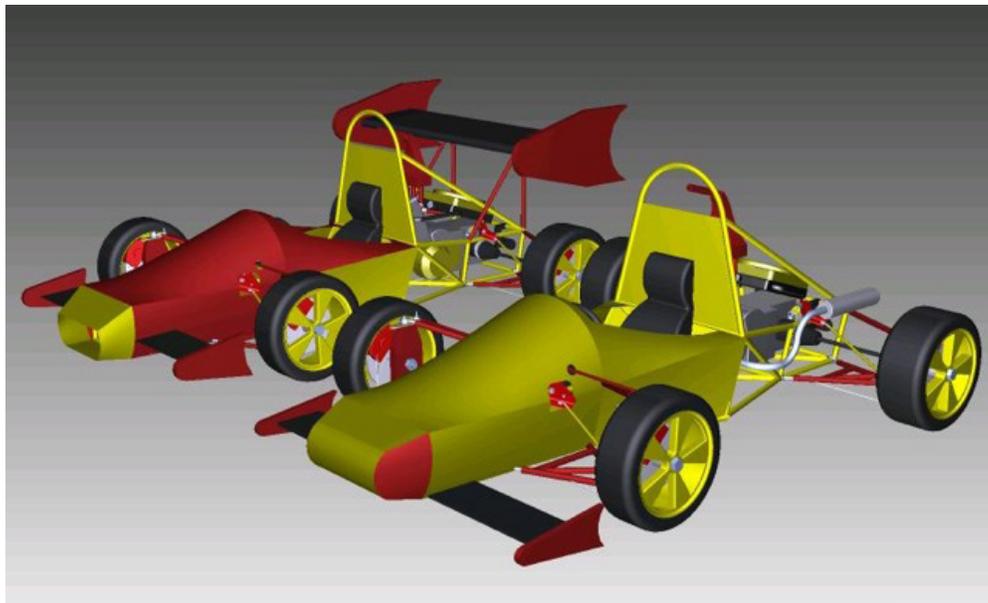


Fig. 1.2.b. Visualización de Prototipos del Vehículo de Competencia Estilo Serie FSAE®, UNAM, en Programas de Diseño.

Visualización tridimensional del vehículo FSAE®

El objetivo del proyecto FSAE® es diseñar y construir un vehículo-prototipo de carreras, estilo Fórmula, que involucre la aplicación de conocimientos y habilidades, teóricas y prácticas, así como el fortalecimiento de los conocimientos técnicos y tecnológicos.[3] Con ello, se pretende involucrar al estudiante en la aplicación de conocimientos, habilidades, ideas, creatividad, diseño e innovaciones para la industria automotriz, recibiendo, a cambio, toda una gama de experiencias, aprendizaje. Pero en especial, un acercamiento con las empresas donde en un futuro, al término de su carrera, podrían llegar a trabajar.

Para llevar a cabo la visualización tridimensional (3D) del Vehículo FSAE®, es necesario utilizar diversos tipos de software de diseño gráfico, multimedia, animación y visualización tridimensional, así como el uso de software que permiten el despliegue estereoscópico. Esta fase de trabajo en el procesamiento de diseño en ingeniería debe ser considerada en conjunto con el diseño conceptual, integrando conceptos de arte (creatividad, imaginación y expresión) y ciencia aplicada (diagnóstico, diseño, análisis, verificación, optimización e incertidumbre). Por tanto, el ingeniero debe ser capaz de aprovechar sus capacidades creativas y estructurar de forma sólida sus conocimientos y lo que desea plasmar.

En el Observatorio Ixtli[2], es necesario emplear un sistema de estereoscopía activa, a partir del uso de lentes de cristal líquido, con el fin de crear la ilusión de tridimensionalidad estereoscópica del prototipo.

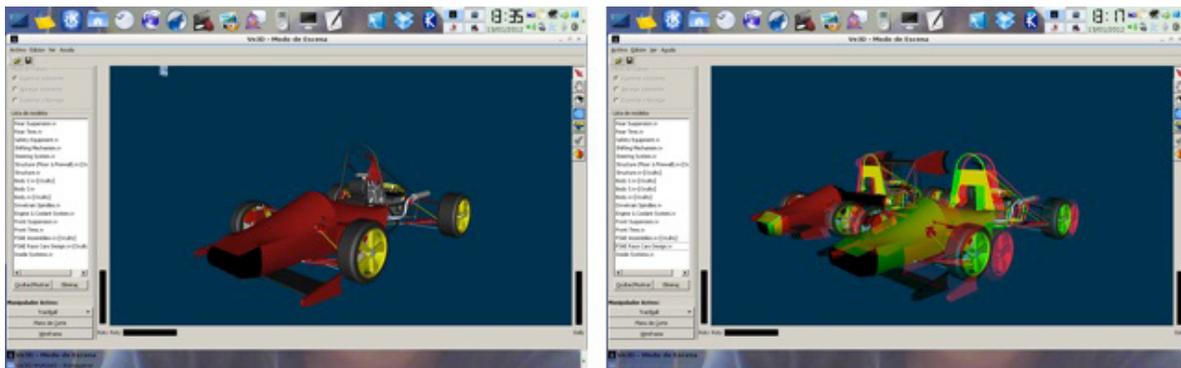


Fig. 1.3.a. Visor de modelos en estéreo activo del Vehículo FSAE®, con Ve3D sobre Plataforma LiNuX en ambiente KDE.

El objetivo de utilizar uno, o varios visualizadores de modelos, es que permite observar las características y complejidad de las geometrías, observando los detalles y analizando el diseño conceptual final del FSAE®. Las ventajas y mejoras son: la amplitud de realismo, es decir, con una aproximación de mayor sensación de realidad al espectador; aplicación de fondos o imágenes (paisajes); introducción de sonido o audio; animación multimedia y movimiento de los propios sistemas del vehículo (por ejemplo: el movimiento y desplazamiento del sistema de suspensión, observando si su recorrido teórico de diseño es viable para su fabricación; el giro del volante y el

propio sistema de dirección, neumáticos, así como crear la simulación de una posible competencia virtual, entre otros). Fig. 1.3.b.

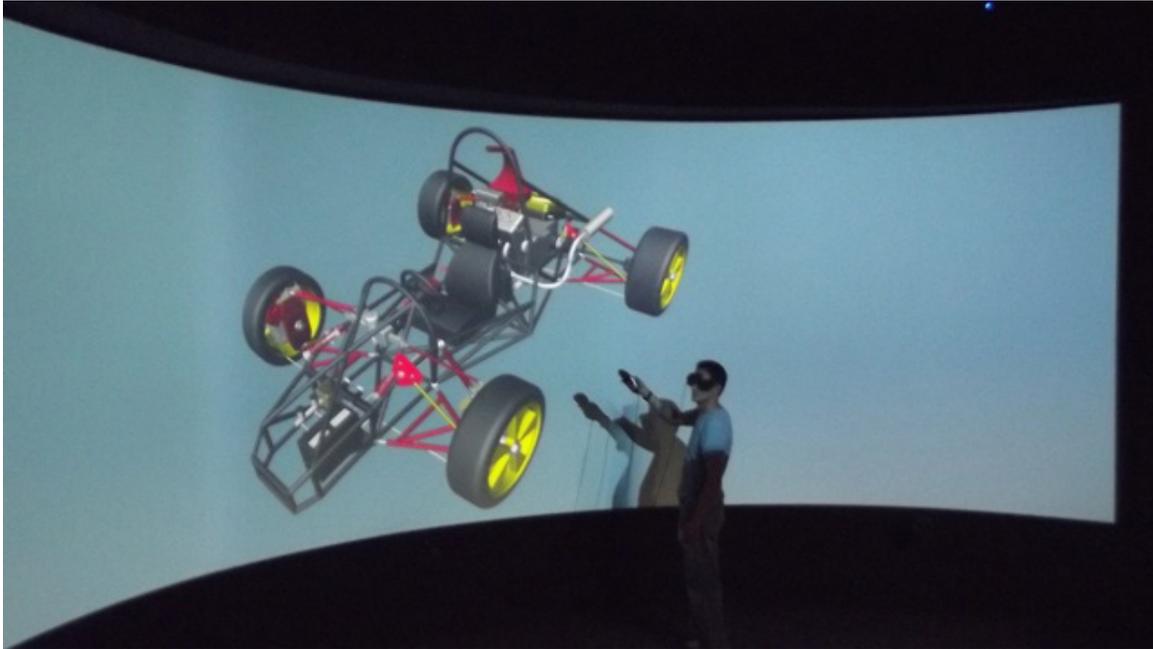


Fig. 1.3.b. Visualización del Vehículo FSAE® en 3D utilizando un sistema de rastreo de movimiento.

En el despliegue estereoscópico, se emplean herramientas avanzadas de visualización—entre ellas, el programa Amira y Unity[9]—, las cuales permiten la interacción con objetos tridimensionales y la observación a detalle de los mismos (Fig. 1.3.c. y 1.3.d).



Fig. 1.3.c. Inmersión Estereoscópica del Vehículo FSAE®, a través de Amira, dentro de la Cabina de la Sala Ixtli.

El *Despliegue Estereoscópico* o en *Tres Dimensiones*, dará resultado de la capacidad del sistema visual que posee cada usuario; de poder interpretar un aspecto tridimensional al diseño del Vehículo FSAE®, a partir de las imágenes en dos dimensiones obtenidas en cada una de las retinas de los ojos.

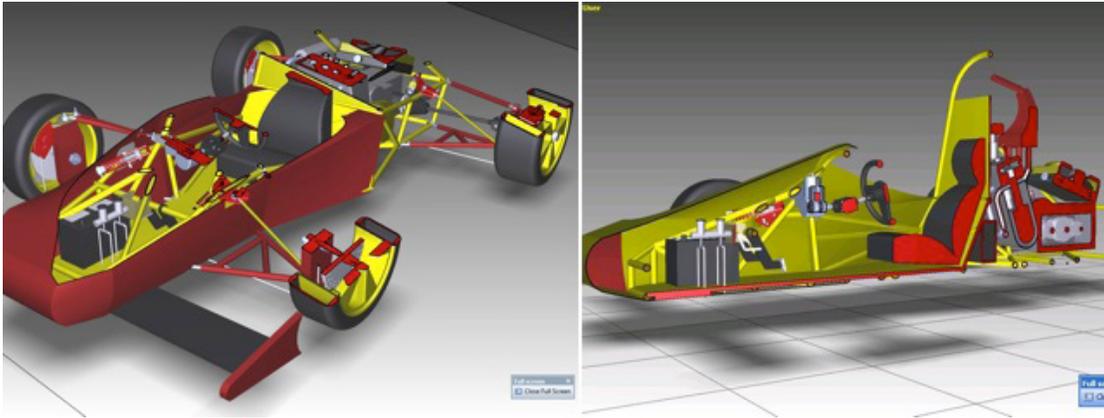


Fig. 1.3.d. Visualización, con Efecto de Corte, de los Sistemas Internos del Vehículo FSAE®.

La ventaja de poder observar el diseño del vehículo FSAE® en 3D es importante para el área automotriz, ya que permite definir la apariencia estética, el agrado visual, el funcionamiento, versatilidad, flexibilidad y eficiencia del mismo; encaminados a la toma de decisiones en la configuración final del prototipo. Asimismo, una consideración importante a desarrollar durante la visualización del Vehículo FSAE®, será la parte *estética*: apariencia, gama de colores, armonía de las líneas y contornos, diseño vanguardista y moderno, entre otros, la cual influye en el gusto personal. De esta manera, la *presentación visual* juega un papel muy importante en la muestra del vehículo, puesto que la *vista estética* no sólo es la parte exterior del vehículo, sino es también la carta de presentación del mismo, ante los jueces, dentro de la competencia y ante los clientes, ya en una propuesta de mercado como producto final (Fig. 1.3.e., 1.3.f. y 1.3.g.).

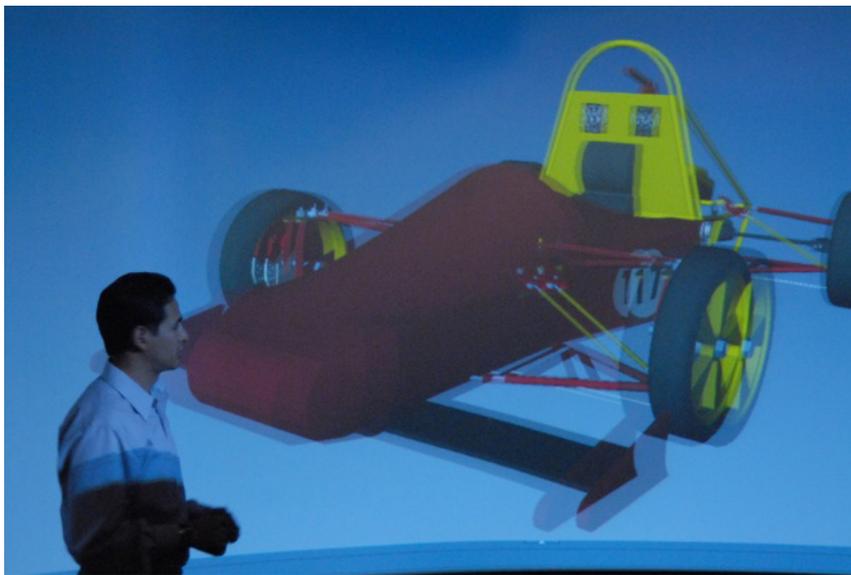


Fig. 1.3.e. Visualización estereoscópica 3D del Vehículo FSAE®, utilizando Amira en plataforma Unix SGI.



Fig. 1.3.f. Visualización 3D del Vehículo FSAE®, utilizando VrNav.

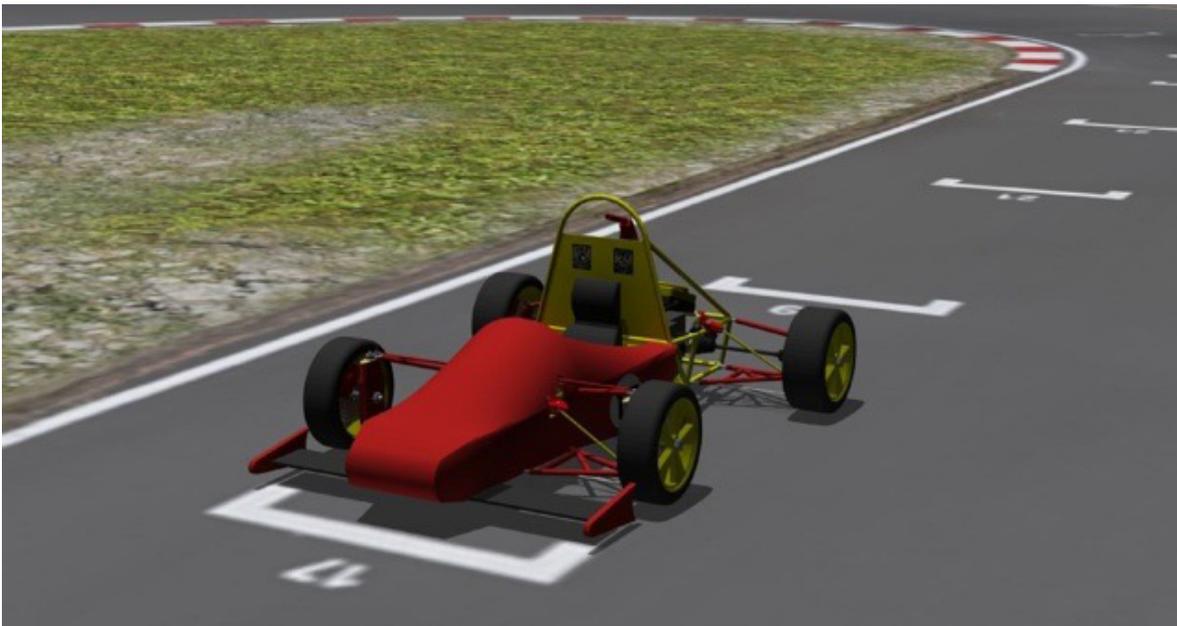


Fig. 1.3.g. Visualización 3D del Vehículo FSAE®, en un escenario virtual utilizando el motor gráfico Unity.

Conclusiones del proyecto fórmula SAE

El Observatorio Ixtli es un importante recurso universitario que permite impulsar el trabajo multidisciplinario, en actividades de enseñanza e investigación, al proporcionar herramientas de realidad virtual, visualización y simulación que enriquecen las labores de alumnos, profesores e investigadores, y facilitando la comprensión y análisis de temas complejos que requieren de gran capacidad de procesamiento gráfico, como lo son el uso de herramientas y programas de ingeniería mecánica.

A través de la Sala Ixtli se llevan a cabo proyectos de gran envergadura; su infraestructura incluye un sistema de cómputo de alto rendimiento para cálculos gráficos y numéricos, audio envolvente y un despliegue panorámico curvo que facilita la visualización estereográfica de mundos artificiales. Entre los proyectos desarrollados por alumnos se encuentra el proyecto FSAE®, desarrollado dentro de la Facultad de Ingeniería, que permite tener interacción con tópicos y proyectos del área automotriz, coadyuvando e impulsando el desarrollo e investigación del área mecánica, involucrando tecnologías de información y comunicación (TIC), permitiendo modelar fenómenos en tiempo real e involucrar variables físicas que permitan observar el comportamiento del vehículo, su movimiento y dinámica, a través del análisis de elementos finitos.

Con la construcción de mundos virtuales se logra que los usuarios se sumerjan en ambientes gráficos e interactúen entre ellos, en especial la realidad virtual inmersiva. Con todo esto, se ven enriquecidos el entrenamiento, la investigación y la docencia, además de fortalecer la formación profesional de diferentes grupos multidisciplinarios.

Una de las ventajas de poder utilizar ambientes virtuales inmersivos dentro del área de Ingeniería Mecánica, es el poder diseñar elementos, piezas y dispositivos mecánicos, así como automóviles, aeronaves, entre otros transportes, observando una proyección en escala real, y así poder realizar modificaciones antes de pasar a la construcción. Pueden crearse ambientes para entrenamiento que en el mundo real serían muy costosos o no podrían ser posibles de fabricar por sus dimensiones; por ejemplo, la evaluación y simulación dentro de una pista de pruebas. Algunos ejemplos del uso de ambientes virtuales en otras disciplinas son la simulación quirúrgica y el entrenamiento médico, recorridos en museos y galerías, visualización científica de fenómenos complejos, representación gráfica de pinturas y esculturas; simulación, análisis y visualización de proyectos en CAD, entretenimiento (videos juegos, cine, etc.) y entrenamiento militar.

La utilización y simulación de los programas de diseño (CAD) y Manufactura (CAM), así como los programas de despliegue estereoscópico de objetos tridimensionales o elementos en 3D (Realidad Virtual), permiten visualizar la propuesta de diseño del vehículo, con la finalidad de llevarla a la fabricación, así como seleccionar, en la fase de diseño, los materiales; analizar los elementos y conocer cuáles serían los posibles tiempos y costos aproximados de fabricación de las piezas, y del vehículo en su totalidad; aplicar procedimientos y mejoras a los procesos de manufactura de cada elemento, así como manufactura esbelta y buenas prácticas de manufactura, con el objetivo de asegurar la confiabilidad, precisión y factibilidad en el funcionamiento de los sistemas a partir de los criterios de diseño previamente establecidos y definidos, al establecimiento de ecuaciones matemáticas, a los conocimientos sólidos de ingeniería para introducir las diversas variables involucradas en los análisis generados, a la interpretación de los modelos físicos y matemáticos y de los resultados obtenidos, incluyendo los factores de seguridad empleados para el diseño de un vehículo de carreras FSAE®.

Bibliografía

- [1] SAE International, *Competition History of FSAE 1981-2007* [en línea]. 2012. <<http://www.sae.org>><<http://www.sae.org/students/collegiate/newletters.htm>>
- [2] UNAM. *Observatorio de Visualización Científica (Sala Ixtli)*[en línea]. México.2012.<<http://www.ixtli.unam.mx/>><<http://www.tic.unam.mx/>>
- [3] SAE International, SAE Student Central, *FSAE 2011-2012 Rules* [en línea].2012.<<http://www.sae.org>><<http://students.sae.org/competitions/formulaseries/rules/>><<http://www.formulastudent.com/>>
- [4] RESÉNDIZ Núñez, Daniel. *El Rompecabezas de la Ingeniería. ¿Por qué y Cómo se Transforma el Mundo?*. Fondo de Cultura Económica, S. E. P., C.O.N.A.C.y.T., México. 2008.
- [5] SHIGLEY, Joseph Edward. *Diseño en Ingeniería Mecánica*. McGraw-Hill, 5ª Edición. 1990.
- [6] OHTA, Yuichi y Tamura, Hideyuki. *Mixed Reality: Merging Real and Virtual Worlds*. Ohmsha Ltd. & Spring-Verlag. 1999.
- [7] CRAIG, Alan B. y Sherman, William R. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. Morgan Kaufmann, The Morgan Kaufmann Series. 2003.
- [8] HERAS LARA, Lizbeth y Villareal Benítez, José Luis. "La realidad virtual en los nuevos paradigmas de la ciencia de datos" *Revista Digital Universitaria* [en línea]. 1 de septiembre de 2011, Vol. 12, No.9 [Consultada: 2 de septiembre de 2011]. Disponible en Internet: <<http://www.revista.unam.mx/vol.12/num9/art87/index.html>> ISSN: 1607-6079.
- [9] Amira, Visualization Sciences Group an FEI Company. Amira [en línea]: 3D Analysis Software for Life Sciences. <<http://www.amira.com>>[Consulta: abril de 2013].

UNI, Unity Microelectronics, INC. Home [en línea]. <<http://www.unity.com>>[Consulta: 2012].

SAP. Visual Enterprise [en línea]. <<http://www.righthemisphere.com>>[Consulta: 2012].

Referencias de Imágenes

Fig. 1.1.a.

SHIGLEY, Joseph Edward. *Diseño en Ingeniería Mecánica*. McGraw-Hill, 5ª Edición. 1990.

Fig. 1.1.c.

NYBACKA, Mikael. *Validation of ADMS/Car Simulations and Dynamic Performance in multi-link Suspensions*. Luleå University of Technology, Department of Applied Physics and Mechanical Engineering, 2005. ISSN: 1402-1617.

Fig. 1.2.a.

CRAIG, Alan B. y Sherman, William R. *Understanding Virtual Reality: Interface, Application and Design*. Morgan Kaufmann, The Morgan Kaufmann Series. 2003.

Fig. 1.1.b., 1.2.b., 1.3.a., 1.3.c. y 1.3.d.

RAMÍREZ Muñoz, David Francisco. *Visualización del Diseño Conceptual de un Vehículo de Competencia Estilo Serie Fórmula SAE, a través de Técnicas y Herramientas Estereoscópicas dentro del Observatorio Científico IXTLI UNAM*. México, Facultad de Ingeniería, UNAM. 2012.

Fig. 1.3.b., 1.3.e., 1.3.f. y 1.3.g.

Participante Inmerso: Ing. Ramírez Muñoz, David Francisco, *Observatorio de Visualización Científica (Sala Ixtli)*. DGTIC. UNAM. México. 2012.