

Realidad Virtual como herramienta para aprendizaje inmersivo en ingeniería

Raúl Crespo, Ernesto Riestra, Ricardo Gánem, Diego Cárdenas
Departamento de Ingeniería Mecatrónica,

Tecnológico de Monterrey, Campus Cd. de México, México

rcrespo@itesm.mx, eriestra@metagraphos.com, rganem@itesm.mx, diego.cardenas@itesm.mx

Resumen

El siguiente artículo describe el desarrollo de objetos de aprendizaje de Realidad Virtual y su implementación en materias de Robótica, Mecánica y Electrónica. Se utilizaron dos técnicas de Realidad Virtual: Un ambiente virtual para dispositivos móviles, y otro ambiente virtual inmersivo e interactivo utilizando el Oculus Rift, un casco de realidad virtual. Para la materia de Robótica y Mecánica se desarrollaron objetos de aprendizaje en 3D (brazos robóticos, generadores eólicos, entre otros) que pueden ser visualizados por los estudiantes utilizando dispositivos móviles (smartphones y tabletas), así como dispositivos portátiles (laptops Windows y Mac). La visualización de objetos en 3D en estos dispositivos se realiza utilizando una aplicación gratuita denominada "Virtual Bullet Time". En el caso de Electrónica, se creó un Laboratorio Virtual Inmersivo utilizando el casco de realidad virtual y un dispositivo para la detección del movimiento de las manos denominado Leap Motion. El alumno puede seleccionar objetos de electrónica en este mundo virtual, ver sus características y el uso de los mismos. Los resultados obtenidos hasta el momento indican que los alumnos aprenden mejor utilizando este tipo de herramientas.

Palabras clave: realidad virtual, realidad inmersiva, interfaces naturales, teoría del aprendizaje.

1. Introducción

Las interfaces naturales y la Realidad Virtual (RV) han cobrado una relevancia derivada de su paso de ser soluciones de tecnología para nichos específicos y de alto costo a ser tecnologías de uso general, insertas en un mercado de consumo y de bajo costo.

Entre las tecnologías que se han evaluado en el Tecnológico de Monterrey, Campus Cd. de México, que caben dentro de esta clasificación, están los dispositivos móviles *touch* que incorporan giroscopios y acelerómetros para brindar al usuario una experiencia superior de interacción. Las interfaces naturales y gestuales permiten a través de la medición precisa de la posición y movimiento de las manos controlar una computadora, y los visores estereoscópicos o de RV permiten una inmersión total en un ambiente virtual.

Es importante reconocer que estas tecnologías, aunque de uso más amplio, dependen de procesos de innovación abierta, en los que los usuarios expertos (desarrolladores) producen contenidos de una manera en que las empresas que ofrecen estas tecnologías no pueden asumir.

La democratización de la producción de contenidos puede llegar a ser en algunos casos contraproducente para la generación de experiencias de aprendizaje que sean significativas y de alta calidad, punto crucial dentro de las instituciones de educación superior.

En específico, en este trabajo se muestran evidencias de la aplicación de tecnologías en el caso de un proceso de aprendizaje experiencial y situado, que si bien no se puede generalizar, ofrece mejoras en los aspectos más prácticos de la enseñanza de la ingeniería. Es decir, la Realidad Virtual Inmersiva no es una panacea para todos los modelos de aprendizaje, sino un recurso más de un portafolio amplio basado en diversos medios.

1.1 Innovación incorporada

Para desarrollar aplicaciones de Realidad Virtual (RV), se utilizó una herramienta gratuita llamada *Virtual Bullet Time* (VBT) disponible para dispositivos iOS (iPad, mini iPad) que permite la visualización de modelos 3D animados para la mejora en la comprensión de temas técnicos. VBT es una herramienta desarrollada por la empresa Metagraphos.

VBT es un canal de distribución de contenidos 3D animados, que ofrece un control muy preciso del punto de vista y del momento en el tiempo en que se está observando un fenómeno, procedimiento o proceso. Además, ofrece una integración de las diversas interfaces de usuario disponibles en un dispositivo móvil (*touch*, giroscopios, acelerómetros).

Si bien existen diversas aplicaciones disponibles en el App-Store para visualización de modelos 3D, ninguna permite a sus usuarios la generación de sus propios contenidos, que pueden ponerse en repositorios web (CMS/LMS) o bien compartirse de usuario a usuario (por ejemplo, Dropbox o Blackboard).

El valor de VBT radica en la facilidad con la que se pueden generar contenido 3D animados originales. El ITESM tiene ya en su alumnado y carreras relacionadas con desarrollo de videojuegos las capacidades necesarias para generar el tipo de contenidos que requiere VBT (basados en Unity3D, un *engine* de videojuegos de alta disponibilidad).

Por otra parte, la creación de una infraestructura de aprendizaje mediante RV nos puede llevar a crear en el futuro, un Centro para el Entrenamiento Inmersivo aquí en México, del cual nuestra visión sería ser un punto de referencia en este tipo de tecnologías en el país.

En adición a este desarrollo, se está evaluando con resultados alentadores la posibilidad de contar con un modelo de alto grado de inmersión e interacción en el que no solo los alumnos sean espectadores de una animación o un entorno, sino que sean capaces de interactuar y modificar los elementos que ahí están presentes.

La innovación planteada en el uso de visores de realidad virtual en conjunto con interfaces naturales, radica en su aplicación para la enseñanza de la ingeniería, por ejemplo para simular la interconexión de componentes en un laboratorio virtual de electrónica.

1.2 Contexto

Durante el semestre agosto-diciembre de 2013 se utilizó la herramienta Virtual Bullet Time con algunos recursos generados en 3D para esta plataforma en materias del área de ingeniería para las carreras de Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Mecánica. Las materias piloteadas fueron Robótica Industrial (12 alumnos), Análisis y Simulación de Mecanismos (20 alumnos) y Fuentes Alternas de Energía (13 alumnos).

Por otra parte, el Laboratorio Virtual con ambiente virtual inmersivo e interactivo utilizando el Oculus Rift y Leap Motion se probó en su primera fase durante los meses de septiembre y octubre del semestre agosto-diciembre de 2014, en la materia de Electrónica (28 alumnos) como una actividad de exploración del sistema.

2. Marco de referencia

2.1 Cognitive Apprenticeship

El constructivismo es una teoría del aprendizaje que sostiene que es el individuo el que produce por su cuenta un modelo mental de los conocimientos, observaciones, experimentos y en general fenómenos externos, a través de la interacción que tiene con dichos elementos.

Dentro del constructivismo existe un concepto llamado en inglés "Cognitive Apprenticeship", en lo sucesivo CA. Bajo la teoría de CA, se establece que es a través de la interacción entre tres factores: los procesos o métodos a aprender, el maestro y el mismo aprendiz que se logra la construcción del modelo cognitivo.

El *Aprendizaje Situado* es una teoría que establece de manera semejante a CA que a diferencia de lo que normalmente se aprende en un aula, el aprendizaje está integrado dentro de las actividades y en un contexto y cultura determinados.

Para ejemplificar un caso de CA podemos tomar una clase de laboratorio, en la cual el instructor o profesor primeramente realiza una serie de actividades con la atención de los estudiantes. Durante las primeras etapas, el objetivo es que los estudiantes se familiaricen con las actividades en cuestión, para después realizar por su cuenta una práctica, cuyo resultado puede ser evaluado por el profesor.

Otro ejemplo de formación maestro-aprendiz se da en la capacitación que se imparte en el lugar de trabajo, por ejemplo en líneas de producción, o sitios en construcción. En estos casos, la experiencia práctica determina quiénes fungan como instructores, y los temas que se tratan son primordialmente de naturaleza técnica-práctica, dejando los aspectos teóricos en un segundo plano. En estos casos es común designar un maestro o entrenador que se hace cargo de uno o varios aprendices.

Uno de los pasos fundamentales bajo el modelo de maestro-aprendiz es el de familiarización con los entornos y contextos. Bajo este modelo los

aprendices primeramente conocen los elementos que conforman el campo de conocimiento relacionado con el tema objeto de estudio, ya sea un equipo, instalación, sistema o proceso. En esta fase, los aprendices conocen libremente los diferentes elementos y pueden reconocer su forma, estructura y configuración. La primera parte del desarrollo de contenidos inmersivos bajo el proyecto desarrollado por el Departamento de Mecatrónica del Campus CCM, se enfocó en esta fase de familiarización, también conocida como *Modelado* en la literatura de CA [1].

Más adelante, y una vez que los aprendices han construido un modelo conceptual basado en la observación y han sido evaluados respecto a su conocimiento, es posible que entren en contacto directo con las actividades en diversos niveles. Es aquí que los simuladores se utilizan para ganar tiempo de uso y experiencia, en preparación en trabajar en sistemas reales.

Finalmente, los aprendices se hacen cargo de parte de las actividades, en preparación a realizarlas completamente. En este caso los simuladores ya no tienen utilidad, puesto que la posibilidad que la tecnología ofrece en la actualidad aún no puede replicar las experiencias y el aprendizaje de vivencias que la operación de equipos reales ofrece.

2.2 Realidad Virtual/Inmersiva

El concepto de realidad virtual proviene por una parte del ámbito de la ciencia ficción, siendo preponderantemente una expresión cultural dentro de un género en el que las computadoras son recursos y herramienta tecnológicas integradas con la experiencia humana; y por otra parte, con estrechos lazos con las aplicaciones de entrenamiento y simulación, por ejemplo, en aeronáutica (donde también se encuentran los orígenes de los sistemas de enseñanza por computadora).

Douglas Engelbart, un técnico en radar, fue en 1950 uno de los primeros visionarios que planteó que las computadoras no son instrumentos al margen de la experiencia de sus usuarios, sino que son herramientas digitales para la visualización e interacción, y fue el que planteó la conexión de una computadora con un monitor [2].

El concepto en sí de inmersión consiste en lograr la percepción de estar físicamente presente en un mundo no físico, ya sea que se trate de una réplica de un contexto realista

(como visitar una plataforma petrolera) o bien una experiencia que rompe las reglas o estructuras cotidianas de la realidad física (volar en un entorno fantástico).

El planteamiento de Realidad Inmersiva en este artículo se refiere en el contexto educativo a experiencias apegadas a la realidad, y que buscan mediante la sensación de inmersión transmitir un conocimiento o mensaje clave al usuario a través de la percepción de estar viendo un objeto, sistema o componente físico. Para esta parte se utilizó un visor inmersivo denominado Oculus Rift [3].

2.3 Interfaces naturales

En tecnologías de información, se conoce como interfaz natural a un dispositivo de interacción con el usuario que hace uso de principios de transducción o medición que permiten al mismo accionar eventos (mover un apuntador o dar clic a un objeto) a través de gestos o movimientos comunes e intuitivos, y que no requieren de un entrenamiento avanzado.

En contraste con las interfaces naturales, existen interfaces de entrada como los ratones de computadora o los "gamepads", que aunque de fácil acción, requieren la construcción de un modelo de interacción no necesariamente obvio, intuitivo o natural.

Si comparamos por ejemplo el caso de un ratón de computadora con las interfaces táctiles actuales, la diferencia fundamental radica en que el ratón se desplaza en un plano horizontal, congruente con la representación a nivel de la pantalla de la computadora, pero que no coincide necesariamente con dicho plano, mientras que en las interfaces táctiles, el punto de acción está inmediatamente relacionado con la visualización en pantalla.

Otro ejemplo de interfaces naturales está en los *scanners* de posición que utilizan plataformas de videojuegos como Kinect de Microsoft, o Leap Motion [4] de la misma empresa. Estas interfaces son capaces de registrar el movimiento y posición de brazos, piernas y manos, para lograr una interacción directa con elementos dentro del juego o simulación.

Leap Motion, en particular, tiene una gran velocidad de respuesta para registrar la configuración de las manos, a través de un modelo esquelético que utiliza técnicas de medición y predicción basadas en reconocimiento de patrones, que mejora el

tiempo de respuesta, además de que es capaz de reconocer gestos táctiles como deslizar o hacer círculos con un dedo.

3. Desarrollo

El proyecto Novus 2013 llamado “Aplicaciones de Realidad Inmersiva para la Enseñanza de la Ingeniería”, aprovechó la posibilidad de utilizar una herramienta gratuita disponible en línea llamada Virtual Bullet Time (VBT) que integra interacción *touch* con detección de la orientación de un dispositivo o tableta, y que aprovecha las capacidades de la herramienta de desarrollo Unity.

VBT sigue el principio de familiarización con un contexto 3D técnico, incluyendo una línea de animación en el tiempo, por lo que es una herramienta que puede ayudar en las primeras fases del modelo maestro aprendiz de CA.

La experiencia que se tuvo en el Campus Ciudad de México del Tecnológico de Monterrey involucró a un grupo de estudiantes que fueron capaces de generar contenidos para comprender cómo funcionan mecanismos, un generador eólico y un robot industrial, y que desarrollaron capacidades y competencias para producir elementos educativos, con un objetivo concreto de aprendizaje y apegados a las necesidades de profesores y materias de ingeniería.

El proyecto dio lugar a una presentación en el congreso de innovación educativa celebrado en diciembre de 2013 en el Campus Monterrey del Tecnológico de Monterrey, en la que se pudo compartir en un contexto interdisciplinario otros tipos de experiencias semejantes y complementarias.

3.1 Resultados de la implantación

Los objetos de aprendizaje en 3D se desarrollaron siguiendo la siguiente metodología:

1. Identificación de necesidades. Se hace un inventario de las competencias, conocimientos, habilidades, capacidades y actitudes que se desea desarrollar en el alumno dentro de una materia.
2. Elaboración de guiones o temarios de contenidos. Se establece la logística de impartición: número de sesiones, duración, nivel requerido, dependencias o antecedentes necesarios, objetivos de aprendizaje y resultados esperados.

3. Selección de herramientas, medios o recursos pedagógicos. Se consideran modelos tales como: on-line, tecnologías móviles, sistemas de gestión del aprendizaje y otros recursos que pueden activarse tanto dentro del aula como fuera de la misma.
4. Desarrollo e implementación de contenidos educativos. Orientado a la elaboración de objetos de aprendizaje, materiales didácticos, elementos interactivos, exámenes y cuestionarios de retroalimentación a los participantes o estudiantes, resúmenes y otros documentos digitales que serán utilizados o consultados por los estudiantes.
5. Distribución o impartición de contenidos. Momento en el que los instructores o profesores interactúan en un espacio común, por lo general el salón de clases, pero también a través de herramientas síncronas de capacitación on-line, para asegurarse de que los objetivos de aprendizaje planteados se cumplan.
6. Evaluación de contenidos. Esta etapa conlleva la evaluación del impacto que estos contenidos tienen sobre el aprendizaje de los alumnos.

3.1.1 Desarrollo de objetos 3D para VBT.

Para el desarrollo de objetos en 3D y su visualización en Virtual Bullet Time se siguieron los pasos que se muestran en la figura 1.

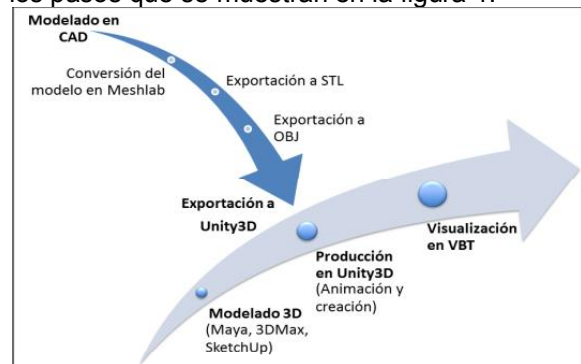


Figura 1. Desarrollo de objetos 3D para su visualización en Virtual Bullet Time (VBT).

Cada uno de los objetos desarrollados tiene como propósito facilitar y ayudar al alumno y al profesor que imparte la materia en la comprensión de diferentes temas que se ven en los tres cursos.

Como parte de los objetivos planteados, los diversos recursos generados (algunos ejemplos mostrados en las figuras 2 y 3), pueden ser

animados, de tal manera que las propiedades atribuidas a estos servirán para explicar a detalle alguna propiedad o funcionamiento del modelo.

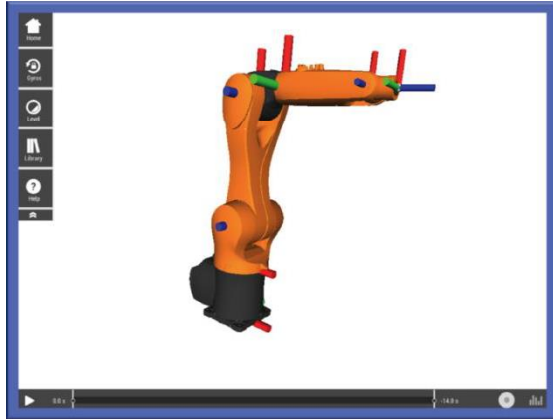


Figura 2. Brazo manipulador Kuka KR9.

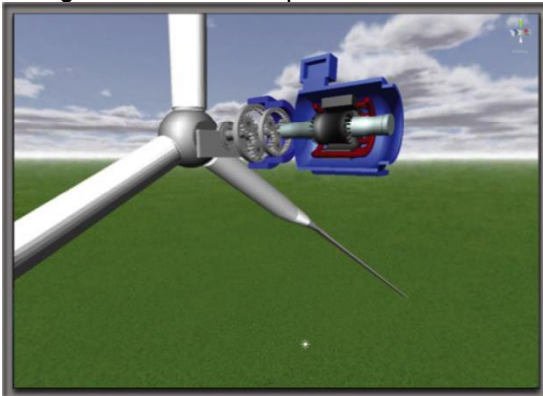


Figura 3. Turbina eólica horizontal.

Los modelos que se crearon pueden visualizarse en dispositivos móviles bajo iOS (ver figura 4). La tabla 1 resume los modelos creados para su visualización en VBT. Se especifican las herramientas con las que se crearon y animaron, con, así como las materias en las que se aplicaron.

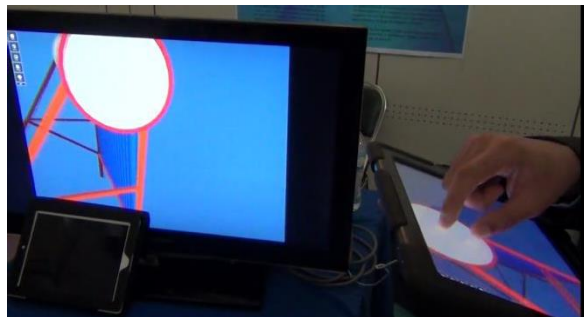


Figura 4. Calentador solar visualizado en VBT con un dispositivo móvil bajo ambiente iOS.

Tabla 1. *Objetos de aprendizaje generados en 3D para su visualización en VBT.*

Objeto de aprendizaje 3D	Tamaño	Software utilizado	Materia
Brazo manipulador Kuka KR9	521 KBytes	Google SketchUp, Unity3D	Robótica industrial
Turbina eólica horizontal	1.4 Mbytes	3DMax	Fuentes alternativas de energía
Turbina eólica Savonius	91 Kbytes	Google SketchUp, Unity3D	Fuentes alternativas de energía
Gato mecánico	300 KBytes	3DMax, Unity3D	Mecanismos
Aplastador de polvo	256 KBytes	Maya, Unity3D	Mecanismos
Turbina de gas	346 KBytes	Google SketchUp	Fuentes alternativas de energía
Calentador solar	44 KBytes	Google SketchUp	Fuentes alternativas de energía

3.1.2 Desarrollo de Lab. Virtual Inmersivo

Para el desarrollo de objetos en 3D inmersivos dentro un Laboratorio Virtual se llevaron a cabo los pasos que se muestran en la figura 5. Los modelos 3D se crearon con el software gratuito Blender, la producción y animación se realizó con Unity3D, la inmersión se integró a Unity3D utilizando el Oculus Rift, y la interactividad con las manos en el ambiente virtual se realizó con Leap Motion.

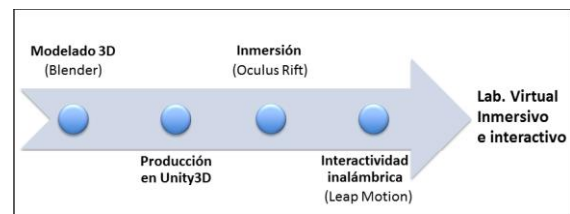


Figura 5. Pasos en la creación de un Lab. Virtual Inmersivo e Interactivo.

Las figuras 6 y 7 muestran el uso del visor inmersivo dentro del Laboratorio Virtual, así como el desplazamiento por el mismo utilizando el movimiento de las manos mediante el Leap Motion.



Figura 6. Lab. Virtual con Oculus Rift.

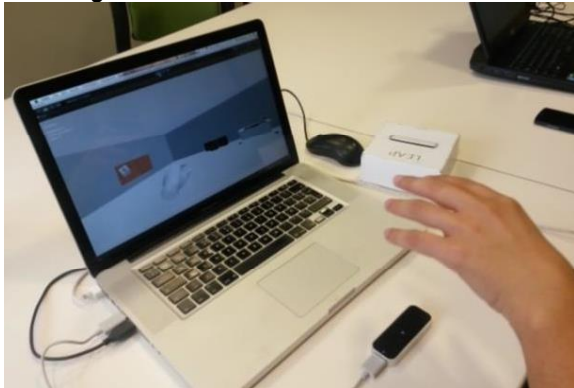


Figura 7. Navegación en el Lab. Virtual utilizando Leap Motion.

3.2 Incidentes críticos y acciones tomadas

Durante el desarrollo del presente proyecto se presentaron diferentes incidentes, algunos positivos y otros negativos.

Incidentes críticos negativos. Como todo proyecto donde se abordan nuevas tecnologías aplicadas a la educación, se presentaron incidentes en dos planos: en el plano pedagógico y en el plano tecnológico.

En el plano pedagógico, se nos presentaron las siguientes interrogantes: ¿En qué materias aplicar estas nuevas tecnologías? ¿En qué tema específico se tendría un mayor impacto de aprendizaje? ¿Cuál es el objeto de aprendizaje más adecuado y cuáles son sus funcionalidades? ¿Cómo medir el impacto del objeto de aprendizaje 3D?

Para determinar las materias, temas específicos y objeto de aprendizaje, el equipo de profesores hizo una investigación previa del potencial de la Realidad Virtual como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje (fuera del ámbito de simuladores en la industria y los videojuegos). Se exploraron aplicaciones piloto en el ámbito

educativo (escuelas, preparatorias y universidades) con RV y RV Inmersiva. Esto dio la pauta para escoger no solo las materias, sino también tecnologías ya probadas. Por otra parte, el profesor de la materia seleccionada escogió los objetos de aprendizaje que podrían aprovecharse mejor de acuerdo a la complejidad de visualización en tres dimensiones (que no es fácil en un ambiente plano).

Aún queda pendiente la medición del impacto real de los objetivos de aprendizaje en 3D dentro de la materia. Una encuesta aplicada a los alumnos en las tres materias asignadas al proyecto demuestra que es mucho más fácil aprender de las características de un sistema complejo visualizándolo en 3D, y sobre todo, interactuando con él.

En el plano tecnológico también se presentaron las siguientes interrogantes: ¿Cuáles son las mejores alternativas de hardware y software que pueden utilizarse para el desarrollo de los objetos de aprendizaje? ¿Cuál es el tiempo de disponibilidad de las herramientas de desarrollo? ¿Cuánto tiempo tomará la curva de aprendizaje de estas herramientas? ¿Cómo se compartirán estos recursos en el futuro?

La elección de hardware y software se realizó bajo tres criterios: disponibilidad en el mercado, costo y facilidad de uso. Por otra parte, el desarrollo de los objetos de aprendizaje se delegó a dos equipos de alumnos del área de ingeniería bajo el concepto de Proyectos de Ingeniería. Uno de los equipos compuesto por tres alumnos de Ingeniería Mecatrónica en su último semestre se dedicó a realizar objetos de aprendizaje en 3D para la plataforma VBT (de acuerdo a la figura 1). Un segundo equipo compuesto por tres alumnos de Ingeniería en Telecomunicaciones y Sistemas Electrónicos en su penúltimo semestre se dedicó al desarrollo del Lab. Virtual Inmersivo utilizando el Oculus Rift y el Leap Motion de acuerdo al esquema de la figura 3.

Un caso crítico para los alumnos desarrolladores fueron las habilidades iniciales de programación (no llevaron suficientes cursos en esta área). Esto se resolvió utilizando el SDK de cada herramienta de forma eficiente en conjunto con Blogs de desarrollo ligados a cada herramienta.

Otro caso crítico fue tener las herramientas de desarrollo a tiempo. Lamentablemente los recursos tanto de hardware como de software llegaron mucho después de la calendarización

establecida en el proyecto, ya sea por disponibilidad de presupuesto o tiempos de entrega del proveedor. Se tuvieron que hacer varias redefiniciones de actividades y limitar el alcance en el desarrollo de los objetos de aprendizaje.

Incidentes críticos positivos. Una de las características que dio pie a obtener buenos resultados en el proyecto fue el explotar las habilidades ocultas de programación que los alumnos tenían al comienzo del proyecto, junto con la pasión por explorar nuevas tecnologías. El tiempo en las curvas de aprendizaje de estos equipos de trabajo fue relativamente rápido, de aproximadamente dos meses. Esto permitió cumplir con los objetivos establecidos inicialmente.

La experiencia de los profesores asesores en el ambiente pedagógico y en el uso de nuevas tecnologías aplicadas a la educación fue vital. Esto dio pie a definir mejor el tipo de objetos de aprendizaje a desarrollar y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4. Conclusiones

Se desarrollaron de manera exitosa procesos para la generación de objetos de aprendizaje en 3D, algunos de ellos para ambientes inmersivos.

Se estableció un *know how* en el Campus Cd. de México en el desarrollo y aplicación de tecnologías de Realidad Virtual, para su aplicación, en un inicio, en materias del área de ingeniería.

4.1 Beneficios o ventajas

Los beneficios que se pueden obtener de este proyecto es que se establecieron los pasos para la generación de nuevos objetos de aprendizaje en 3D para las materias objeto del proyecto, o bien, para otras materias relacionadas.

Los recursos generados hasta el momento pueden ser adoptados por profesores de planta y cátedra que den las mismas materias, objeto del proyecto.

El tener el *know how* permite capacitar en el desarrollo de nuevos objetos de aprendizaje 3D e inmersivos a otros profesores y equipos de trabajo interesados en estas tecnologías.

Los alumnos usuarios de estos recursos opinan (después de aplicar encuestas de opinión) que este tipo de objetos en 3D e inmersivos varían el estímulo de la enseñanza, permiten una mejor comprensión del tema o sub-tema abordado

puesto que se puede interactuar con estos desde diferentes perspectivas.

4.2 Áreas de oportunidad

Lo más importante que se detectó por el grupo de trabajo es que el proceso para el desarrollo de objetos de aprendizaje en 3D puede ser replicable a otras áreas diferentes a la de ingeniería. Un área que puede aprovechar bastante bien es el de Ciencias de la Salud, específicamente en materias donde se hace el estudio del cuerpo humano. La realidad virtual también se puede utilizar en conjunto con otras tecnologías como la Realidad Aumentada.

Un área de oportunidad detectada en el Departamento es crear un Centro de Instrucción Inmersiva, orientado al uso de simuladores virtuales que permitan entender mejor los procesos de ciertas industrias, como por ejemplo, procesos de ensamblado en la industria automotriz y robótica.

4.3 Trabajo a futuro

Existe aún mucho camino por recorrer en el tema de Realidad Virtual Inmersiva e Interactiva. Los equipos que utilizan estas tecnologías apenas están apareciendo en el mercado, y cada vez están mejorando en sus funcionalidades. Se tiene una mejor resolución de visualización, incorporación de mayor número de sensores en los cascos virtuales y dispositivos móviles, lo que viene aunado con herramientas de desarrollo o SDK que hay que seguir probando y aplicando.

Se van a seguir desarrollando otros objetos de aprendizaje inmersivos durante los siguientes años y se van a mejorar algunos de nuestros procesos. Se está creando una masa inercial, tanto con profesores y alumnos, interesados en utilizar estas herramientas en el ambiente educativo.

En la actualidad, el proyecto continúa en una segunda fase en la que más allá de la familiarización se busca a) aumentar la capacidad de interacción y permitir al usuario realizar tareas mediante interfaces naturales, y b) incrementar la inmersión mediante el uso de visores de realidad virtual (Oculus Rift).

4.4 Conclusiones generales

En general podemos concluir con los puntos que se mencionan a continuación.

La Realidad Virtual, en cualquiera de sus gamas, es un área de oportunidad para los

procesos de enseñanza-aprendizaje en diferentes niveles, desde la escuela hasta la universidad.

Se requiere generar un fuerte grupo de trabajo en el Tecnológico de Monterrey que sea experto en estas tecnologías y que pueda apoyar a las diferentes áreas en el desarrollo de diferentes tipos de recursos 3D interactivos. La compartición de recursos y procesos es necesaria.

Este tipo de tecnologías son bien vistas por los alumnos en su aprendizaje y desarrollo de habilidades tecnológicas, dado que están viviendo cambios tecnológicos año con año.

Es necesario que los profesores se vayan preparando poco a poco en estas nuevas tecnologías, para ir en fase con los cambios tecnológicos que se están aplicando en el sector educativo a nivel mundial.

5. Capitalización

Este proyecto involucra el uso de varias tecnologías innovadoras tanto de hardware como de software que se usaron para el desarrollo e implementación de objetos de aprendizaje en 3D inmersivos. Estas tecnologías, procesos de desarrollo y recursos pueden ser aprovechados por colegas de diferentes áreas que desean explorar la tecnología de Realidad Virtual Inmersiva en sus clases.

Existen diferentes maneras de beneficiarse de este proyecto:

- **Transferencia de modelos terminados.** Un profesor del área de Robótica, Fuentes Alternas de Energía, Mecanismos o Electrónica que no desea desarrollar este tipo de objetos de aprendizaje pero quiere hacer uso de los recursos ya generados puede acceder a las plataformas repositorios que para tal fin el Campus Cd. de México está implementando. El profesor solo necesitará tener a la mano el hardware y los reproductores o aplicaciones necesarios para aprovechar estos recursos.
- **Transferencia y mejora de modelos.** Si un profesor de las áreas mencionadas en el párrafo anterior desea hacer modificaciones a algunos de los modelos ya generados, tiene la opción de descargar los códigos fuente de un repositorio GitHub que estará disponible para la comunidad desarrolladora del Tecnológico de Monterrey. Para

modificar el código y hacer mejoras, el profesor, aparte de tener las herramientas de hardware, necesitará las licencias de software (i.e. Unity3D) para hacer su desarrollo.

- **Transferencia de tecnología a otras áreas.** La Realidad Virtual interactiva e inmersiva se puede aprovechar en otras áreas diferentes a la ingeniería aplicada tales como: Ciencias de la Salud, Medicina, Biología, Química, entre otros. Las materias pueden estar tanto a nivel preparatoria como a nivel profesional. Para el desarrollo de objetos de aprendizaje 3D interactivos e inmersivos en estas áreas, se siguen los mismos procesos que se siguieron para el caso de ingeniería (ver figuras 2 y 3). La única diferencia es el tipo de objetos de aprendizaje. Para desarrollarlos, se necesitaría un equipo de trabajo capacitado en las herramientas necesarias (que pueden ser capacitados por el grupo de trabajo que desarrolló el proyecto), así como tener disponibilidad del hardware y licencias de software. El equipo de trabajo de este proyecto transferiría el *know how* tecnológico a otro grupo de trabajo adoptado por alguna de estas áreas. La gran aportación de los profesores de dichas áreas sería en el levantamiento de necesidades y selección de materias y contenido donde se aproveche mejor este tipo de tecnologías (puntos 1 y 2 de la sección 2.1).

6. Reconocimientos

El equipo de trabajo de este proyecto agradece el apoyo y financiamiento recibido a través de la convocatoria de innovación educativa NOVUS 2013.

También se reconoce la contribución en el desarrollo e integración de los sistemas de Realidad Virtual a los alumnos de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica: Raúl Rangel, Fernando Benítez y Luis Alberto Frías; así como a los alumnos de la Carrera de Ingeniería en Telecomunicaciones y Sistemas Electrónicos: Héctor Reyes, Temilotzin Monroy y Diego Barrera.

7. Referencias

- [1] Collins, A., Brown, J. S., Newman, S. E., "Cognitive apprenticeship: Teaching the craft of reading, writing and mathematics",

Cambridge, MA. *Centre for the Study of Reading*, University of Illinois. (1987).

- [2] Engelbart, D., "Toward Augmenting the Human Intellect and Boosting our Collective IQ", *Boosting Our Collective IQ*, Doug Engelbart Institute (2008).

- [3] Oculus Rift Main Page, <http://www.oculus.com/>, visited on 19/11/2014.

- [4] Leap Motion Main Page, <https://www.leapmotion.com/>, visited on 19/11/2014.