

Prototipo de realidad aumentada orientado al ámbito educativo

Evelyn Aguirre Molina¹, Lina María Montoya Suárez²,

Recibido: 18 de agosto de 2016 / Aceptado: 8 de diciembre de 2016

RESUMEN

En la actualidad, y gracias a los avances y evolución de la tecnología, es fundamental la creación y el desarrollo de herramientas que permitan dar solución y respuesta a las diferentes problemáticas, que además brinden soluciones mediante la integración de elementos de hardware y software aplicados en procesos educativos que incorporen el uso de tecnologías emergentes, como la realidad aumentada de lo físico real y digital. Este trabajo tiene como objetivo presentar un caso práctico, mediante un prototipo de simulador de vuelo realizado en el Tecnoparque de la ciudad de Medellín. Esta contribución técnica se centra en la descripción de una herramienta de apoyo en el ámbito tecnológico con orientación educativa en cuanto a conceptualización de aspectos relacionados con la realidad aumentada, como es un simulador de vuelo, en el que el usuario y el aplicativo actúan sincronizadamente mediante patrones de movimiento establecidos por lógica de programación y, a su vez, se aplican conocimientos de electrónica para manipulación de hardware externo por medio de un laptop y un dispositivo móvil.

Palabras clave: realidad aumentada, aplicaciones móviles, realidad virtual, tecnología usable.

¹ Ingeniera de Sistemas, Practicante de Tecnologías Virtuales, Tecnoparque Nodo Medellín, Medellín-Colombia. Email de correspondencia: evelyn.aguirremo@amigo.edu.co

² Magíster en Ingeniería de Software. Grupo de Investigación SISCO. Universidad Católica Luis Amigó, Medellín, Colombia. Correo electrónico: lina.montoyasu@amigo.edu.co

Augmented reality prototype for the educational field

▣ ABSTRACT

Nowadays, thanks to advances and evolution in technology, the creation and development of tools is fundamental for solving and responding to different problems by providing solutions through mobile applications that incorporate the use of emerging technologies, such as augmented reality, combining real physical and digital elements. The objective of this work is to present a practical case by means of a flight simulator prototype built in the Technopark of the city of Medellín. This technical contribution focuses on the description of a flight simulator as support tool in the technological field, with educational orientation in terms of the conceptualization of aspects related to augmented reality. In the simulator, the user and the application act in a synchronized way by means of movement patterns established by programming logic and applying knowledge in electronics for the handling of external hardware through a laptop and a mobile device.

Keywords: Augmented Reality, Mobile Applications, Virtual Reality, Wearable Technology.

Protótipo de realidade aumentada orientado ao âmbito educativo

▣ RESUMO

Na atualidade, e graças aos avanços e evolução da tecnologia, é fundamental a criação e o desenvolvimento de ferramentas que permitam dar solução e resposta às diferentes problemáticas, que ademais brindem soluções mediante a integração de elementos de hardware e software aplicados em processos educativos que incorporem o uso de tecnologias emergentes, como a realidade aumentada do físico real e digital. Este trabalho tem como objetivo apresentar um caso prático, mediante um protótipo de simulador de voo realizado no Tecnoparque da cidade de Medellín. Esta contribuição técnica se centra na descrição de uma ferramenta de apoio no âmbito tecnológico com orientação educativa em quanto a conceptualização de aspectos relacionados com a realidade aumentada, como é um simulador de voo, no qual o usuário e o aplicativo atuam em sincronia mediante padrões de movimento estabelecidos por lógica de programação e, por sua vez, se aplicam conhecimentos de eletrônica para manipulação de hardware externo por meio de um laptop e um dispositivo móvel.

Palavras chave: realidade aumentada, aplicações móveis, realidade virtual, tecnologia usável.

■ INTRODUCTION

En términos generales, el tema que se pretende abordar en el presente artículo es el de la realidad aumentada (RA), que, desde el punto de vista Ingenieril, es atractivo ya que enmarca diversas perspectivas tanto desde el manejo de aplicaciones, de la animación 3D, de la expresión de entornos, entre otras. Esta temática es bastante enriquecedora ya que integra conocimientos interdisciplinarios y usados en el mercado tecnológico actual.

En cuanto a definiciones asociadas a realidad aumentada, es pertinente saber que la realidad virtual es un campo de aplicación de tecnologías existentes integrado con imágenes en tercera dimensión reproducidas por un computador, sin ambientes del medio real y con la cual se genera interacción del usuario con el ambiente visual desde un ordenador, el objetivo es que las personas que tengan el acercamiento experimenten la sensación de sentirse inmersas en un mundo virtual (Hilera, Oton y Martínez, 1999).

La realidad aumentada se define como un hecho más que como una tecnología, combinando el entorno real y virtual y con base en esto se entiende que se expresan ideas, nuevas formas de comunicarnos a través de dispositivos como el computador, *tablets* o celulares y a su vez para comunicarnos con las demás personas (Cadavieco, 2012).

Esta contribución técnica se construyó a partir de consultas sistemáticas en bases de datos especializadas realizando revisión del estado del arte en cuanto a la temática de realidad aumentada y de implementaciones y proyectos ejecutados en esta área de conocimiento. A su vez, el trabajo fue

retroalimentado a través del rol de aprendiz en la sede de Tecnoparque Nodo Medellín en el semillero ITADIR dedicado a la investigación alrededor de temáticas de realidad aumentada y animación digital y 3D mediante conferencias con personas especializadas en el tema de realidad aumentada. La línea de desarrollo de este trabajo se enmarca en los proyectos de Tecnologías Virtuales (Tecnoparque Medellín, 2014).

En primera instancia, se enuncia a grandes rasgos la perspectiva de la realidad aumentada en la actualidad mediante aproximaciones conceptuales de esta temática y se describe de manera general la intencionalidad de tratar estas líneas de conocimiento. La segunda sección del artículo enmarca la concepción de realidad virtual y aumentada inmersas en el medio productivo. Por consiguiente, se relata de manera general la situación a nivel global de aplicaciones móviles y el impacto de las mismas en cuanto a lo que exige el mercado actual.

En la tercera parte de esta contribución técnica, se describe un estudio de caso que presenta la aplicabilidad de conocimientos en función de realidad aumentada. En la cuarta sección se presenta la metodología de desarrollo de software requerido para la programación de un simulador de vuelo y la evaluación del impacto que tiene en la temática de realidad aumentada. Al final del artículo se exponen los resultados con el mencionado simulador de vuelo específicamente en su relación con el hardware y el software, así como la ejecución de pruebas del producto final y, por último, se presentan conclusiones alrededor del tema expuesto y posibles trabajos futuros en la temática.

Realidad virtual vs. realidad aumentada

En los últimos años, el auge en el uso de dispositivos móviles ha permitido que se amplíe el mercado tanto en Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) como en las áreas de entretenimiento, debido a que diariamente se refleja a nivel global la necesidad de las personas en cuanto al consumo de aplicaciones de tipo interactivo que no se limiten solo a generar impacto desde el dispositivo, sino que el usuario realmente interactúe en primera persona dentro de las mismas [Fernández, Orduña y Morillo, 2013].

En el mundo tecnológico se hace uso de terminología específica, en este caso puntual se deben establecer las diferentes concepciones alrededor de la definición de realidad aumentada, la cual aún es un paradigma y su nivel conceptual está todavía en construcción [Shatte, Holdsworth & Lee, 2014]. Aun así, se entiende que la realidad aumentada pretende adicionar información digital al mundo real, y esta información recibida digitalmente permite que la interacción se genere de manera bidireccional, entre el entorno físico y la experiencia de contacto que influencia los sistemas de sensores humanos sentidos [Kollatsch, Schumann, Klimant, Wittstock, Putz, 2014].

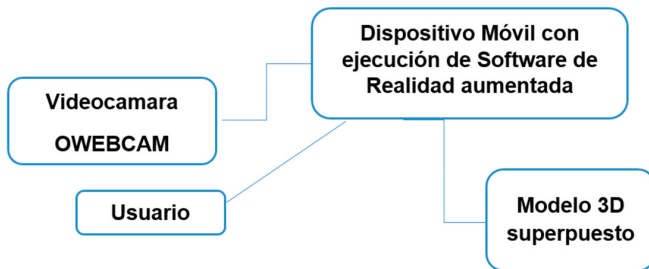
Además, se puede mencionar que en la realidad aumentada se encuentra la aplicabilidad de tecnología usable (*Wearable Technology*) que cubre necesidades también en el área médica, en la rehabilitación posterior a intervenciones clínicas mediante dispositivos móviles y sistemas portátiles adaptables que generan impacto en el manejo

del proceso de mejoramiento con captura de información personal asociada al avance de recuperación [Bonato, 2005]. También, dentro de la concepción de la realidad aumentada, se pueden definir las interfaces tangibles como espacios que posibilitan la interacción persona-ordenador mediante la manipulación de componentes de la escena, modificando parámetros que le permitan ajustar el escenario virtual de acuerdo con las necesidades del usuario [Parra, 2014].

En cuanto a la realidad virtual, se considera necesario mencionar algunos productos desarrollados con esta tecnología. Por ejemplo: el *Oculus Rift - Oculus Virtual Reality* el cual crea una visión periférica en 3D mediante la presentación de imágenes únicas y paralelas para cada ojo de la misma forma en que los ojos perciben las imágenes en el mundo real [Oculus VR, 2014]. Por otra parte, el *Virtuix Omni* es la primera interfaz de realidad virtual que permite moverse libremente y de forma natural en un juego, además facilita recorrer los mundos virtuales con el uso de los pies aumentando la inmersión en el mismo [Omni, 2013].

Cabe señalar que para generar productos con realidad aumentada, se requieren herramientas especializadas tanto de hardware como de software tales como pantallas, sensores, equipos con alto nivel de procesamiento y librerías para lograr la integración de elementos digitales y reales. La realidad virtual, además, requiere de software y hardware especializado para su implementación, de tal forma que se pueda lograr así la sensación de inmersión que el mercado actual exige. Por tanto, se puede concluir que la realidad aumentada y la realidad virtual son similares e incluso homólogas.

Figura 1. Componentes para aplicabilidad de realidad aumentada



En la figura 1 se ilustran los componentes necesarios en cuanto a software y hardware para la aplicabilidad de la realidad aumentada.

De acuerdo con esto el usuario debe monitorear la aplicación proyectada desde un dispositivo móvil integrado a una videocámara que reproduce un modelo 3D.

Dispositivos móviles y aplicaciones interactivas

Para facilitar la comprensión de la evolución en tecnologías de RA, se presenta la tabla 1, en la que se recopila un consolidado de proyectos y acercamientos teóricos de la situación actual en cuanto a realidad aumentada.

Tabla 1. Descripción casos de estudio en realidad aumentada

Fuente de Consulta	Propuesta
Basogain, Olabe, Espinosa y Olabe, 2010	Indican que el mercado requiere componentes que permitan que el usuario se encuentre en mayor interacción entre el mundo real y el digital, que exista un valor agregado de percepción visual e implementaciones que se usen para el entretenimiento y ocio de las personas.
Aguilera, 2013	Denota la composición de las aplicaciones actuales las cuales están integradas con sistemas de georreferenciación y modeladas como cliente-servidor que entregan un plus de experiencia global de elementos virtuales y reproducción del entorno físico al usuario.
Wilches y Figueroa, 2011 Shatte et al., 2014	Exponen la complejidad en el desarrollo de aplicaciones móviles de índole interactiva debido a la sincronización entre la posición del usuario y la información que se muestra en pantalla, alineación de objetos reales y virtuales que genera el aplicativo y muchos otros factores.
Izquierdo, 2010 Kollatsch et al., 2014	Muestran la generación de la realidad aumentada mediante dispositivos con cámaras incorporadas como <i>Smartphones</i> , <i>Tablets</i> PC, PDA, mochilas con HDM, <i>Ultra Mobile</i> PC y Consolas de juego portátiles. Estas configuraciones resultan adaptables para la comodidad de los usuarios en cuanto a portabilidad y rendimiento, pero a su vez presenta desventajas como los altos costos.
De la Torre, Martin-Dorta, Sairin, Carbonell y Cantero, 2013	Presentan las alternativas de uso de los dispositivos móviles que se han dado de manera incremental ya que el nivel de procesamiento y de configuración permite la manipulación como plataformas libres de factores externos para su funcionamiento óptimo, lo cual cobra importancia al momento del análisis de escalabilidad de las aplicaciones desarrolladas y adaptadas a un dispositivo específico.
Kesim & Ozarslan, 2012	Señalan las nuevas tendencias de usabilidad de dispositivos móviles, se muestran fuertes en entornos de aprendizaje en línea, integrados con tecnología de realidad aumentada fomentando la creación de un nuevo tipo de aplicaciones que posibilitan el acceso a la información de manera efectiva por parte de los estudiantes y de retroalimentación de conocimiento colectivo.
Blázquez, 2011	Destaca el desarrollo del <i>Magic Book</i> por parte del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. La aplicación permite que el alumno lea un libro real a través de un visualizador de mano y generando sobre las páginas contenidos virtuales. Así la experiencia se convierte en una escena de realidad aumentada que le ayuda a introducirse dentro de la misma en un entorno virtual inmersivo.
Cid, 2012	Describe acercamientos con aplicaciones de realidad aumentada como el caso de Sony con la consola PSP lanzada al mercado global en el año 2009, con el videojuego <i>Invizimals</i> , en la cual se captura una serie de seres animados sobre marcadores en espacios tridimensionales inmersos en entornos realistas, y que en consecuencia se puede superponer en el propio espacio físico en que se encuentra.

A partir de la información presentada en la tabla anterior, cabe mencionar que la situación de aplicabilidad de realidad aumentada es aún en casos de prueba-error que requieren afinamientos técnicos a partir de conocimientos en el *software* pertinente para ello, como de la infraestructura necesaria para dichas implementaciones bajo esta tecnología.

En la actualidad se refleja la masificación en el uso de dispositivos móviles y, con estos, el despliegue de tecnología de punta que soporta capacidad de almacenamiento elevada apta para generar animaciones y aplicaciones en RA para uso educativo, empresarial e interactivo, por mencionar algunos usos.

En cuanto a implementaciones generadas en RA, se debe tener en cuenta la captura del entorno físico en conjunto con la adaptación de patrones de movimiento proyectados digitalmente, en este sentido la aplicación de estos factores sumada a la adecuación de hardware especializado para la ejecución de aplicaciones de este tipo, son complejas y el mercado actual exige que expertos en el mundo tecnológico estén a la vanguardia y generen productos en estas áreas de conocimiento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Existen múltiples desarrollos en la actualidad alrededor de simulación aérea, este tipo de implementaciones exige la aplicación de conocimientos en diseño de software e ingeniería electrónica debido a que la complejidad es alta ya que requiere integraciones con hardware externo (Guacaneme y Segura, 2013). Por ejemplo,

el funcionamiento de la librería desarrollada en C# con las palancas (trotos) del simulador, para efectos de usabilidad por parte del usuario final.

El planteamiento del problema para la implementación del simulador de vuelo surgió por la necesidad de tener un laboratorio de simulación para la gestión de aprendices por parte de la línea de tecnologías virtuales de Tecnoparque Nodo Medellín. Posteriormente se recurrió a la programación a la medida de la librería en C#, utilizando la librería *SimConnect* (Microsoft, 2014) para el manejo de los controladores y de esta manera establecer la lógica bidireccional integrada con el prototipado electrónico.

En cuanto a la situación inicial para el desarrollo del simulador se planteó la realización de un árbol del problema como se indica en la figura 2, el cual partía del problema central consistente en generar una comunicación bidireccional desde Labview 2013 hasta *Flight Simulator* (FSX).

Figura 2. Árbol del problema de implementación del simulador de vuelo



El caso práctico que se implementó mediante las distintas temáticas de simulación que está orientada a la realidad aumentada, se trabajó mediante un prototipo de simulador de vuelo en la sede Tecnoparque Nodo Medellín con la creación de una librería desarrollada en csharp (C#) con el fin de establecer una conexión con el *Flight Simulator* (FSX) (Microsoft, 2009) que es el juego que hace las veces de avión en vuelo conectado en el dispositivo tanto en un dispositivo móvil y laptop.

En esta sección se observa la descripción de la metodología de desarrollo para la construcción de la lógica funcional del simulador de vuelo y a su vez las herramientas utilizadas durante el proceso. A continuación, se describirán las fases aplicado en el proyecto desarrollado.

Fase 1. Implementación de la comunicación

La implementación consiste en establecer la comunicación de Labview 2013 (National

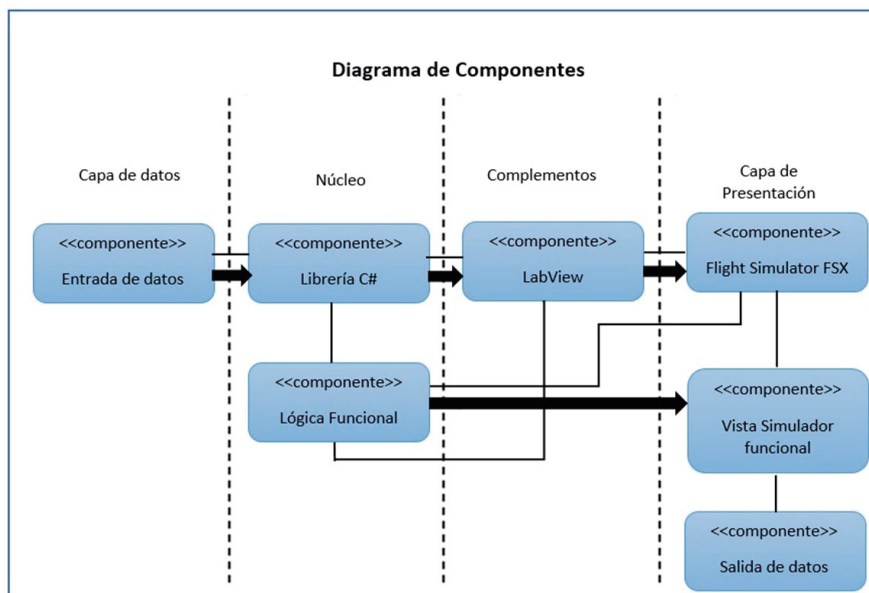
Instruments, 2014) con la librería en C# haciendo uso de un formulario mientras se actualizan valores desde la misma interfaz. A su vez, se integra una DLL a la solución con todos los métodos y variables correspondientes a los controladores del avión *Yoke*, *Throttle* y *Rudder*. Tal como se evidencia en el diagrama de componentes de la figura.3.

Es importante mencionar la funcionalidad de cada uno de los controladores mencionados anteriormente. El Yoke es el timón del avión, que permite monitorear su puesta en marcha. El Throttle son las palancas del avión, que es el encargado de la aceleración de la aeronave. El Rudder es el responsable de detener el recorrido de la nave.

Fase 2. Integración

Para la implementación del simulador de vuelo es fundamental la integración de herramientas como *Flight Simulator*, *LabView* 2013 y librería Microsoft *SimConnect*,

Figura 3. Diagrama de componentes del simulador



consolidación de trabajo interdisciplinario en ramas de conocimiento como electrónica (creación de controladores físicos) y sistemas (desarrollo de *software*-lógica funcional

librería), generación de trabajo colaborativo entre aprendices SENA y gestores de Tecnoparque - SENA.

Figura 4. Diagrama implementado en Labview 2013, la interfaz generada por el formulario en C# y la vista de vuelo en FSX

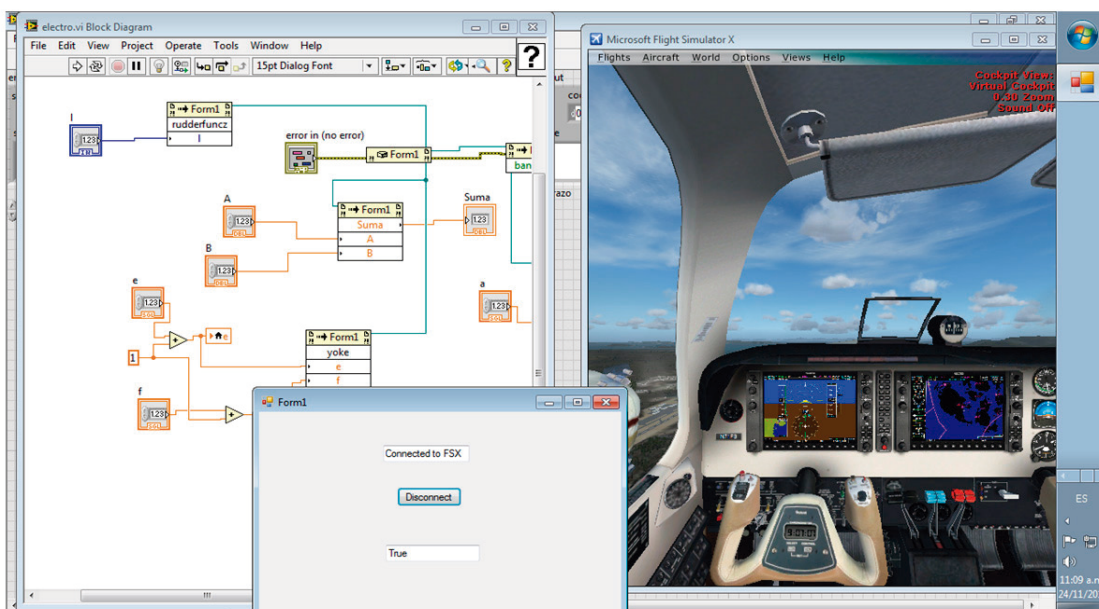
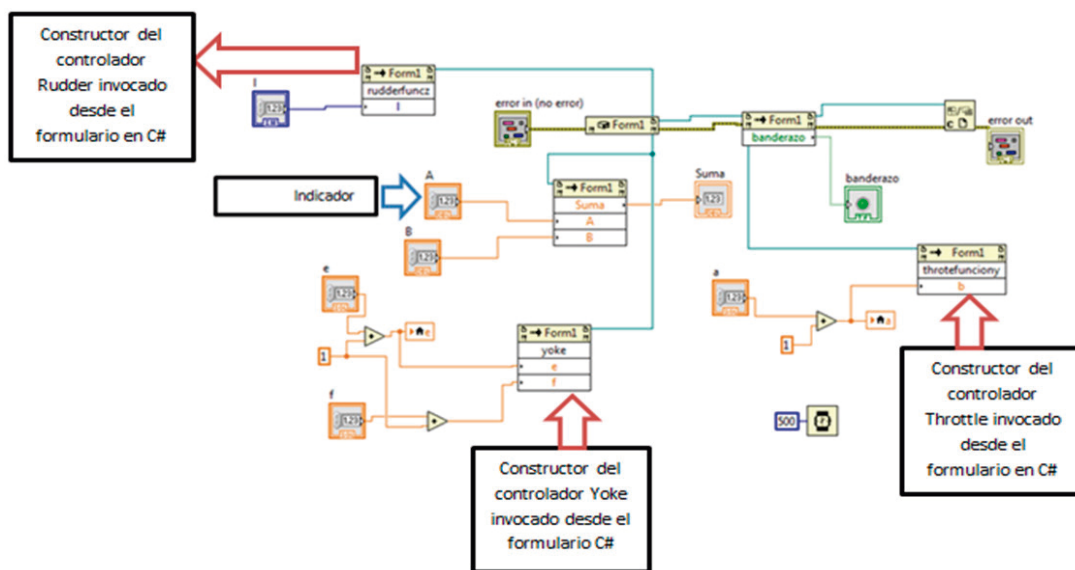


Figura 5. Visualización de Diagrama en Labview 2013

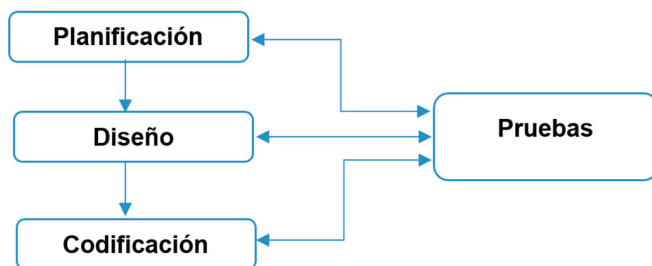


En la figura 4 se pueden observar la integración y puesta en funcionamiento de todos los componentes previamente mencionados. Como descripción específica del prototipo electrónico se presenta la figura 5 que permite visualizar el diagrama en Labview 2013 construido con la invocación de métodos y estructuras desde C#.

Fase 3. Desarrollo

El desarrollo del simulador de vuelo se ideó con una metodología de desarrollo rápido que diera mayor valor y permitiera que el usuario final contara con resultados efectivos mediante una metodología ágil como XP (Extreme Programming), que es utilizada ya que es apropiado para proyectos con requisitos variables durante el proceso de desarrollo y permite reducir el tiempo dedicado a este y presta alta fiabilidad en cuanto a definición de arquitectura del software a implementar (Jaramillo-Arango, 2013). Para este caso de estudio específico de implementación de simulador de vuelo se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos como se indica en la figura 6.

Figura 6. . Etapas de desarrollo con metodología ágil XP



Beneficios del prototipo

Para el desarrollo del simulador de vuelo se integraron diferentes tecnologías y un equipo multidisciplinario generando una apuesta de emprendimiento de base tecnológica. Los principales beneficiarios fueron los gestores de proyectos de las líneas de investigación involucradas en dicha implementación y los aprendices universitarios.

Con ello se lograron aportes significativos desde el punto de vista ingenieril en cuanto a integración de tecnologías, obteniendo como producto final un prototipo compuesto de una interfaz gráfica de captura de datos desde el juego de simulación *Flight Simulator (FSX)*, que se utiliza para controlar los movimientos del avión en marcha, integrado por software y hardware que permiten monitorear el simulador en tiempo real.

Como trabajo futuro sería pertinente la construcción de un montaje a modo de laboratorio apropiado para la adecuación y puesta en marcha del simulador de vuelo con todo el hardware requerido integrado visualmente con las herramientas de software aplicadas al proyecto, como se propone en la figura 7.



Figura 7. Laboratorio de simulación, Flight Simulator (FSX)

La utilización del simulador de vuelo desarrollado a la medida en Tecnoparque Medellín es beneficioso, primordialmente para aprendices universitarios que requieran la ejecución de pruebas en algún proyecto de emprendimiento. En este sentido, el simulador se convierte en una herramienta de apoyo para afianzar conocimientos en cuanto a desarrollo de software, además de que proporciona valor agregado a los procesos de investigación apoyados por el Tecnoparque con los estudiantes en proceso de formación.

■ CONCLUSIONES

En este artículo se ha presentado la temática de la realidad aumentada (RA) como una tecnología aplicable en la actualidad y que posibilita la fusión de herramientas de hardware y software en diversas áreas de conocimiento como animación 3D, Diseño Gráfico, Ingeniería de Sistemas, Ingeniería Electrónica, Ingeniería Mecatrónica. La RA se orienta a la creación de productos en el ámbito interactivo y de entretenimiento, en la educación principalmente. En consecuencia, es factible que las facultades de Ingeniería del país se motiven, aprendan, creen y promuevan el desarrollo de tecnologías y conocimientos efectivos y prácticos para la formación de profesionales no solo con competencias genéricas sino con potencial en temas de innovación tecnológica.

Pese a que en varios lugares del mundo se han implementado productos orientados a esta línea de mercado particular, organizaciones tan grandes como Google, y otras más del ámbito tecnológico, siguen investigando alrededor de la aplicabilidad de

la realidad aumentada. No solo las grandes empresas deben incursionar en estas áreas de conocimiento, sino que en el día a día en la academia y los lugares de trabajo fundamentalmente profesionales en el área de las TIC no sean ajenos a investigar y generar ideas alrededor de temas oportunos que cobren valor dentro de una organización de base tecnológica en la actualidad.

■ AGRADECIMIENTO

Brindamos nuestros agradecimientos a todas las personas e instituciones que hicieron posible la realización y culminación de este trabajo. En primer lugar, a la Universidad Católica Luis Amigó, por su apoyo en el desarrollo de este trabajo; a Tecnoparque Nodo Medellín por permitirnos usar sus instalaciones y herramientas, al docente Gabriel Jaime Correa de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la Luis Amigó sede Medellín, por su orientación en el proceso de documentación del prototipo.

■ REFERENCIAS

- Aguilera, G. (2013). *Realidad aumentada: un mundo de aplicaciones. Cosmos Digital*. Recuperado de: <https://realidadfuturista.files.wordpress.com/2016/03/apps-en-ra.pdf>
- Blázquez, D. (2011). Desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada para simulación de moléculas. 2011. Tesis Doctoral.
- Basogain, X.; Olabe, K.; Espinosa, C. y Olabe, J. (2010). Realidad Aumentada en

la Educación. Una Tecnología Emergente. Recuperado de: http://www.academia.edu/29096018/Realidad_Aumentada_en_la_Educaci%C3%B3n_una_tecnolog%C3%ADa_emergente

Bonato, P. (2005). Advances in wearable technology and applications in physical medicine and rehabilitation. *Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation*, 2 (2).

Cadavieco, J. (2012). Realidad aumentada, una evolución de las aplicaciones de los dispositivos móviles. *Pixel-Bit: Revista de medios y educación*, 197-210.

Cid, Á. (2012). *Diseñador de espacios 3D con realidad aumentada, realidad virtual, y edición online del entorno*. Trabajo final para optar por Máster Universitario en Investigación en Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Universidad de Valladolid.

De la Torre, J.; Martin-Dorta, N.; Saorín, J.; Carbonell, C. y Contero, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED. Revista de Educación a distancia*, [37], 1-17.

Fernández, V.; Orduña, J & Morillo, P. (2013). How mobile phones perform in collaborative. *The Journal of Supercomputing*, 65 (3), 1179-1191.

Guacaneme, V. Y Segura, J. (2013). *Análisis de preinversión para el proyecto de un simulador de vuelo para el helicóptero MI 17 del ejército de Colombia*. Recuperado de: <http://unimilitar-dspace.metabiblioteca.org/bitstream/10654/9286/2/GuacanemeGonzalezJoseVicente2013.pdf>

Hilera, J.; Otón, S. y Martínez, J. (1999). *Aplicación de la realidad virtual en la enseñanza a través de internet*. Recuperado de: <https://pendientedemigracion.ucm.es/info/multidoc/multidoc/revista/num8/hilera-oton.html>

Izquierdo, C. (2010). *Desarrollo de un Sistema de Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles*. Proyecto final de Carrera. Universidad Politécnica de Valencia.

Jaramillo, G. (2010). Mobile Augmented Reality in Daily Environments. *Rev.EIA.Esc.Ing. Antioq*, [14], 125-134.

Jaramillo-Arango, A. (2013). Construcción de un aplicativo para el control de activos tecnológicos al interior de una organización: beneficios y experiencias. *L`ampsakos*, [10], 65-75.

Kollatsch, C., Schumann, M., Klimant, P., Wittstock, V., & Putz, M. (2014). Mobile augmented reality based monitoring of assembly lines. *Procedia CIRP*, 23, 246-251.

Kesim, M. & Ozarslan, Y. (2012). Augmented Reality in Education: Current Technologies and the Potential for Education. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 47, 297-302.

Microsoft. (2014). *Windows Application Model Namespace*. Recuperado de: <https://docs.microsoft.com/es-es/uwp/api/>

Microsoft. (2009). *Microsoft Flight Simulator. Key Concepts*. Noviembre. Recuperado de: <http://www.microsoft.com/Products/Games/FSInsider/product/learning/Pages/default.aspx> -

National Instruments. (2014). *¿Qué es lab view?* Recuperado de: <http://www.ni.com/labview/esa/>

Oculus VR. (2014). *Productos oculus.* Recuperado de: <http://www.oculus.com>

Omni. (2013). *Virtuix Omni.* Recuperado de: <http://www.virtuix.com/>

Parra, J. (2014). *Desarrollo de un prototipo de maqueta arquitectónica interactiva utilizando realidad aumentada.* Tesis para optar por título de Ingeniero en Multimedia. Universidad Militar Nueva Granada.

Sánchez, D. (2011). *Desarrollo de una aplicación de Realidad Aumentada para simulación de moléculas.* Proyecto final de carrera. Universidad Politécnica de Valencia.

Shatte, A., Holdsworth, J., & Lee, I. (2014). Mobile augmented reality based context-aware library management system. *Expert systems with applications*, 41(5), 2174-2185

Sony. (2014). *Invizimals.* Recuperado de: <http://www.invizimals.com/home.php>.

Tecnoparque Medellín. (2014). *Tecnologías virtuales.* Recuperado de: <http://tecnomedellin.appspot.com>

Wilches, D y Figueroa, P. (2011). *Visualización de información urbana georeferenciada por medio de Realidad Aumentada.* Recuperado de: http://www.academia.edu/5997829/Visualizac%C3%AD_on_de_informac%C3%AD_on_urbana_georeferenciada_por_medio_de_Realidad_Aumentada