

# **RA-Learning. Realidad Aumentada como apoyo a procesos educativos.**

José Felipe Aragón Nieto<sup>1,2</sup>, Néstor Darío Duque Méndez,<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales, Colombia  
Grupo de Ambientes Inteligentes Adaptativos GAIA.

<sup>2</sup>jpipearagon@gmail.com, <sup>3</sup>nndduqueme@unal.edu.co

**Abstract.** Este trabajo hace un recorrido breve de las diferentes tecnologías asociadas a Realidad Aumentada y con posibilidades de aplicación en sistemas educativos. Posteriormente presenta RA-Learning una aplicación para apoyo al proceso de enseñanza-aprendizaje, que permite diversas interacciones del estudiante con el sistema y brinda un amplio espectro de las posibilidades que ofrece RA. Se espera que este enfoque pueda ser aprovechado para diversas aplicaciones y enriquecido posteriormente, pues su arquitectura lo permite.

**Keywords:** Realidad Aumentada, realidad virtual, objetos virtuales de aprendizaje, Interfaces virtuales.

## **1 Introducción**

Gran importancia tiene la interacción del estudiante y la instrucción, tanto como el contenido y la forma que se presenta, planteándose incluso alternativas como la conocida como teoría de transacción instruccional [1], [2]. En ese camino de centrar el proceso en el estudiante y como un extremo criticable del paradigma constructivista de Piaget y Vigotsky, se plantea recientemente que el conocimiento debe ser construido por los propios estudiantes y que la orientación a través de materiales o actividades predefinidas coarta esta posibilidad. Esto último lleva a Bransford (1990) a enunciar su Anchored Instruction Cognitive Complexity Theory, donde pierde relevancia el aprendizaje mediado por símbolos, que representa el reflejo del otro (el tutor) y no del actor principal (el estudiante) [3]. Tecnológicamente la realidad virtual y en particular los Mundos Virtuales inmersivos apoyarían un proceso de estas características.

La tendencia creciente y permanente de conjugar diversas tecnologías con el fin de obtener efectos o resultados antes inesperados, tiene connotada presencia en la Realidad Aumentada (RA). RA es una estrategia tecnológica en crecimiento que integra varias tecnologías, a través de dispositivos especializados (lentes de realidad aumentada, que incluyen como base un sistema de captura de video y uno de proyección, los cuales son integrados por software en un computador equipado con hardware gráfico). Esta tecnología está introduciéndose en nuevas áreas de aplicación como son, entre otras, la reconstrucción del patrimonio histórico, marketing, el mundo del diseño de interiores y guías de museos. El mundo académico no está al margen de estas iniciativas y también ha empezando a recibir el influjo

de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas, en particular en el entrenamiento de operarios en procesos industriales. Sin embargo el conocimiento y uso de RA en procesos educativos masivos aún es muy limitada, consecuencia de la complejidad en algunas tecnologías RA, pero también por el desconocimiento de las inmensas posibilidades que ofrece y a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad, que desmitifique su diseño e implementación. El desarrollo de iniciativas de RA en la educación y su divulgación contribuirá a avanzar en su integración en el proceso de enseñanza-aprendizaje y crear ambientes propicios para estrategias educativas intensivas. RA-Learning está enfocado a este propósito.

El resto del documento está organizado de la siguiente forma: La sección 2 recorre las diferentes tecnologías de RA y sus aplicaciones en algunas áreas aprovechables en el proceso educativo, la sección siguiente presenta RA-Learning y el parte final se muestran las conclusiones y se trazan algunos trabajos futuros.

## 2 Realidad Aumentada, lo virtual dentro de lo real

### 2.1 RA tecnologías y modelos

La Realidad Aumentada comparte con la realidad virtual algunos elementos, como por ejemplo la utilización de tecnologías 3D, pero la gran diferencia es que la primera no hace un reemplazo de lo real sino que lo mantiene vivo, en simultaneidad, y lo completa con información real, superponiéndolas. El usuario permanece en el mundo real y a su vez cuenta con información virtual que completa la situación desplegada.

Para Garrido y García-Alonso (2008), RA es una variación de la realidad virtual, en la primera, dicen, el usuario se sumerge en un mundo totalmente virtual, sin tener contacto con el mundo real que le rodea. Sin embargo, la realidad aumentada permite que el usuario vea el mundo real aumentado con información adicional generada por un computador. Este aumento consiste en objetos virtuales que se añaden al entorno o en información no geométrica sobre los objetos reales existentes. Idealmente, el usuario percibe que los objetos reales y virtuales coexisten en el mismo espacio. Estos sistemas aumentados combinan lo real y lo virtual, son interactivos en tiempo real y presentan objetos tridimensionales [4]. Tales ambientes permiten interactuar en tiempo real y en tres dimensiones.

En la figura 1 tomada de [5] se presenta el modelo de Brugge et al. (2002) que resume las arquitecturas más comunes en software de realidad aumentada. El componente de aplicación maneja la lógica y contenidos específicos del sistema; el tracking determina la posición de los usuarios y objetos; el control procesa las entradas para el usuario; el componente presentación se encarga de la representación gráfica; y el de contexto recoge diferentes datos de ambiente. Por su lado el componente modelo del mundo, almacena información sobre los objetos virtuales y reales. El autor propone el uso de un modelo de datos que contenga información del contexto dando mejores resultados que el modelo tradicional y concluye que la información de contexto que exhibe distintas características temporales, es imperfecta, tiene diferentes representaciones y sus elementos están altamente

relacionados y un modelo de datos para RA debe admitir la representación de entidades virtuales, reales y sus relaciones; debe ser unificado; debe poder escalarse y extenderse; el modelo debe ser comprensible por el sistema y el diseñador; y debe poder expresarse formalmente.

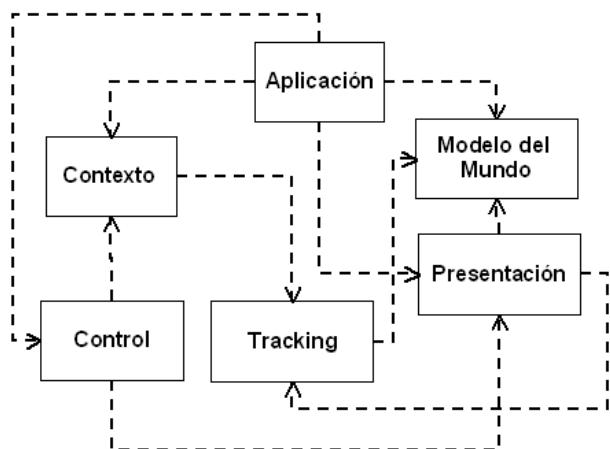


Figura 1. Arquitectura de referencia de Brugge et al., tomado de [5]

RA se perfila como un tema central en muchas áreas, pero no son sólo la diversidad de tecnologías que la componen sino la multiplicidad de aplicaciones potenciales, lo que ha generado el interés creciente actual.

## 2.2 RA en educación

A decir de Basogain y otros (2007), ante el auge de la RA, el mundo académico no está al margen de estas iniciativas y ha empezando a introducir la tecnología de la Realidad Aumentada en algunas de sus disciplinas. Sin embargo el conocimiento y la aplicabilidad de esta tecnología en la docencia es mínima; entre otros motivos se debe a la propia naturaleza y estado de desarrollo de dicha tecnología, así como también a su escasa presencia en los ámbitos cotidianos de la sociedad. El desarrollo de iniciativas RA en la educación y su divulgación contribuirán a su amplia extensión en la comunidad docente [6].

Lippenholtz plantea que habitualmente, cuando los alumnos trabajan frente a un pizarrón e incluso frente a una pantalla, siguen sentados uno al lado del otro y prestando atención a lo que está enfrente de ellos. Aprovechando tecnologías de RA podrían estar sentados alrededor del objeto estudiado y con una actitud colaborativa que podríamos llamar circular y envolvente, en contraposición a una linealidad de paralelas. En definitiva, la RA es una práctica más que intenta completar nuestra percepción del mundo real. Es decir que esta posibilidad aplicada a la educación permitirá, en el futuro, una comprensión mayor de ciertos conceptos al permitir actividades tales como simulacros, pruebas, etc. La simulación deviene casi un

espejo: recolectamos la información y construimos universos para analizar de manera más “real” la realidad [7].

Una de las aplicaciones más referidas de RA en la educación es el proyecto Magic Book del grupo activo HIT de Nueva Zelanda. Los estudiantes pueden leer un libro real a través de un visualizador de mano y ver sobre las páginas reales contenidos virtuales. Magic Book ha sido utilizado en la enseñanza de materias como los volcanes y el sistema solar [8].

El proyecto Realitat<sup>3</sup> introduce por primera vez en el sistema educativo español la tecnología RA. Este innovador proyecto desarrollado conjuntamente entre el Grupo de investigación LabHuman-I3BH de la Universitat Politècnica de Valencia y la Conselleria d'Educació supondrá la incorporación del Software de RA LabHuman AR en los centros educativos de la Comunidad Valenciana. Sus auspiciadores dicen que el sistema posibilita a los alumnos mejor comprensión y visión de las materias educativas más complejas, así como una mayor motivación. Este proyecto también contempla su uso en los ciclos de Formación Profesional para la comprensión de diferentes maquinarias, conocimientos mecánicos y simuladores de maquinaria. En estos momentos el Grupo LabHuman-I3BH se encuentra trabajando con compañías aéreas en la formación y mantenimiento de motores de avión mediante el uso de Realidad Aumentada [9].

Por otro lado, la propuesta de diseño en el aprendizaje de la cristalográfica mediante RA [10] construye la herramienta AVIARA a través de RA que permite a los alumnos observar las estructuras cristalinas en 3D en un libro, mediante lentes especiales de RA que mezcla escenas reales con objetos virtuales en tiempo real.

### 3 RA-Learning

Como parte de las líneas de trabajo del grupo de investigación en Ambientes Inteligentes Adaptativos, GAIA, de la Universidad Nacional de Colombia y con el fin de aprovechar las enormes posibilidades que dan las tecnologías consolidadas y emergentes para soportar los procesos educativos, se desarrolló una aplicación para apoyar la enseñanza de redes de computadores en un curso de pregrado, RA-Learning, pero cuyos principios básicos pueden ser aplicados a cualquier curso.

Como parte del proceso de análisis de las posibilidades de uso con estudiantes de diferentes niveles, se utilizó el software desarrollado por futurosphere ([www.lesanimauxdufutur.com/](http://www.lesanimauxdufutur.com/)) mostrando gran receptividad en niños, adolescentes y adultos. La figura 2 se recoge algunas imágenes de las experiencias realizadas.

Retomando la recomendación de Basogain (2007) una aplicación educativa basada en Realidad Aumentada requiere realizar los siguientes pasos: a) diseño de la aplicación y de los contenidos b) generación de los contenidos y c) desarrollo de la aplicación en la plataforma de Realidad Aumentada.

Con la experiencia previa el diseño de RA-Learning incluye tecnologías RA, MotionTracking y RecognitionVoice, utilizadas para mejorar la navegabilidad de los estudiantes buscando un mayor progreso en el logro de los objetivos educativos propuestos. En particular el estudiante cuenta con la posibilidad de ver las diferentes

topologías y los diferentes componentes que las integran, además de tener acceso a información textual y en videos sobre algunos temas relevantes.



Figura 2. Experiencia con niños interactuando con RA

Las herramientas utilizadas son:

- FLARToolkit una librería / SDK / API para crear aplicaciones de realidad aumentada en Flash. Se basa en la biblioteca ARToolKit bajo la licencia GPL y por lo que el código fuente puede ser utilizado libremente por cualquier persona. FLARToolkit fue desarrollada por SAQOOSHA [11]. Está soportada en AS3, reconoce el marcador de imagen de entrada y calcula su orientación y posición en el mundo del 3D y soporta las principales clases que son motores 3D en flash (Papervision3D, Away3D, Alternativa3D).
- MotionTracking. Librería desarrollada para detectar y rastrear el movimiento realizado frente a la webcam, la base de su funcionamiento es la comparación de dos fotogramas por medio de la webcam y así poder determinar si existió un movimiento [12]. Es utilizada para la navegación en el menú principal de la aplicación y para su buen funcionamiento se debe combinar con la librería Papervision3d, una librería utilizada para manejar el componente 3D en flash. De esta librería se utiliza la clase MouseVirtual que simula los eventos del mouse sin necesidad de moverlo físicamente, generando eventos como Roll-Over, Roll-Out y Click entre otros.
- Papervision3D, un paquete de clases 3D para flash, que permite generar una escena 3D en el swf con objetos y cámaras, con movimiento en sus 3 ejes. Esta librería se utiliza para cargar los modelados en 3D hechos y exportados desde BLENDER y MAX 3ds, los cuales son cargados externamente por la aplicación y se genera el efecto de realidad aumentada [13].
- VoiceGesture. Para el reconocimiento de voz se realiza el siguiente proceso. Todo comienza como un posible comando de voz, después de capturar este posible comando se normaliza la amplitud del sonido, se pasa por un filtro low-pass, luego se dibuja el espectro creado por el algoritmo de la transformada rápida de Fourier, luego el espectro es pasado por el filtro Blur que suaviza el dibujo, el cual es guardado como un archivo .png y pasado luego por el algoritmo DTW, el cual compara el comando previamente creado con los

comandos por defecto y de acuerdo a un porcentaje de similitud se genera el evento de voz [14], [15]. Este proceso se aprecia en la figura 3.

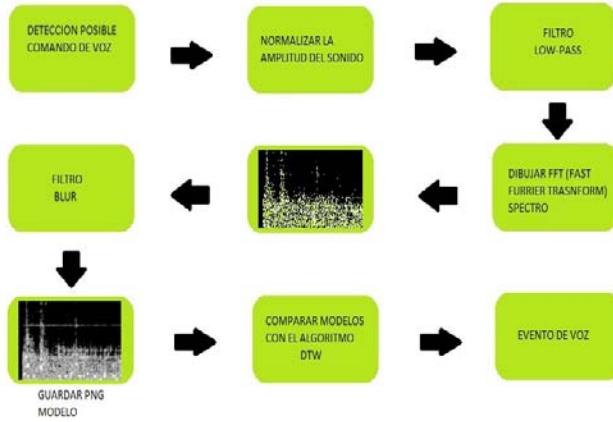


Figura 3. Proceso de reconocimiento de voz.

La arquitectura del sistema está soportada en flash y se utilizan aplicaciones externas las cuales son invocadas desde una clase contenedora, como se muestra en la figura 4.

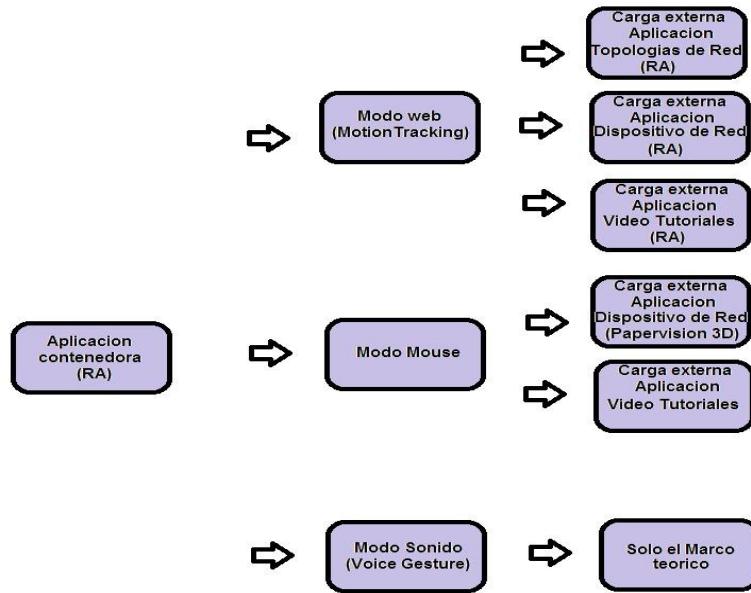


Figura 4. Arquitectura del sistema propuesto.

La interface lograda se aprecia en la figura 5.



Figura 5. Interfaz de ingreso al RA-Learning.

Se puede seleccionar uno de los tres modos mostrados en la figura 6.



Figura 6. Modos de control en RA-Learning.

La navegación en el menú es por medio de MotionTracking. Los marcadores (básicamente son hojas de papel con símbolos que el software interpreta y de acuerdo a este realiza una acción específica) son utilizados para desplegar la información adicional. Además se proveen una serie de videos de apoyo. Los comandos permiten

disparar opciones mediante voz. La figura 7 muestra algunas de estas acciones.



Figura 7. Interacciones en RA-Learning

Como parte de la validación se probó RA-Learning con estudiantes universitarios con buenos resultados fundamentalmente por la motivación generada ante la versatilidad del ambiente. La figura 8 recoge algunos de estos momentos.

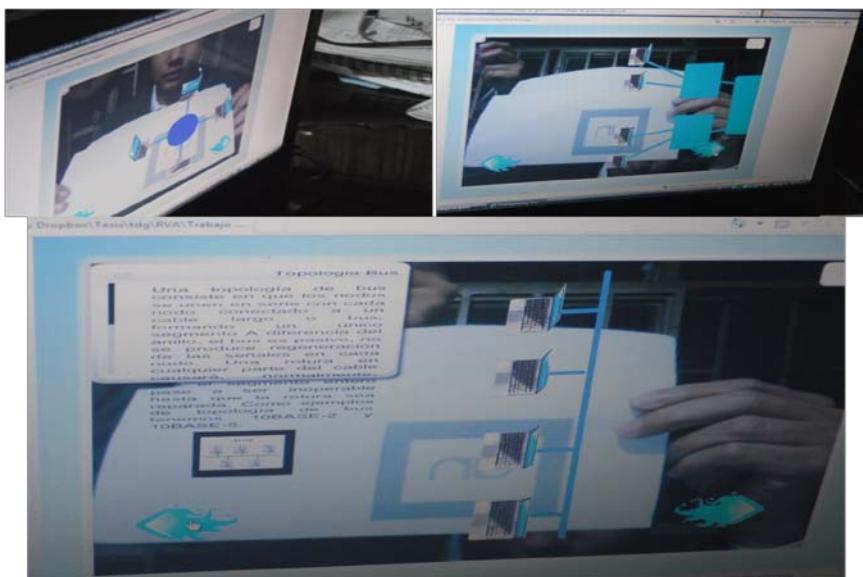


Figura 8. Validación de RA-Learning, con estudiantes por fuera del proyecto

## 4 Conclusiones y Trabajos Futuros

Las pruebas realizadas con estudiantes individuales demuestran que las aplicaciones de realidad aumentada pueden ser un gran apoyo en los procesos educativos, permitiendo a partir de las variadas funcionalidades, atender diversos objetivos y estilos de aprendizaje, lo que se debe traducir en un efecto positivo en los alumnos que tienen un acercamiento a estas herramientas.

A futuro se espera consolidar el uso de estas herramientas, a partir del prototipo propuesto, ampliarlo tanto en las tecnologías como en las áreas temáticas atendidas y proponer un framework de desarrollo RA que facilite la construcción de Objetos de Aprendizaje, aprovechando las técnicas mencionadas. A la vez se espera integrar estos desarrollos con otras plataformas para cursos virtuales desarrolladas.

## Referencias

- [1] Alfaro, L. Pereira, F. Jacintho, L. Modelagem de um Ambiente Inteligente para a Educacao Baseado em Realidade Virtual. IV Congresso RIBIE, Brasilia 1998.
- [2] Fiadhi, F. Virtual Scene Beans a Learning Object Model for Collaborative Virtual Learning Surroundings. Informatics in Education. Vol 3 No 2. 2004
- [3] Bransford, J. Principles of Anchored Instruction. 1990.
- [4] Garrido, Roberto y García-Alonso, Alex. Técnicas de Interacción para Sistemas de Realidad Aumentada. España. 2008.
- [5] Agudelo Toro, A. Modelo de contexto para realidad aumentada. Universidad Eafit. Medellín. 2004.
- [6] Basogain, X. Olabe, M. Espinosa, K. Rouèche, C. y Olabe, J.C. Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente. EducaMadrid. España. 2007
- [7] Lippenholtz, Betina. La realidad aumentada. Educación e inmersión. Una buena dupla para reflexionar sobre las posibilidades de las nuevas tecnologías. Argentina. 2008. Disponible en <http://portal.educ.ar/debates/educacionytic/inclusion-digital/la-realidad-aumentada-educacio.php>. Consultado junio de 2010
- [8] Magic Book y otros proyectos. The Human Interface Technology Laboratory New Zealand (HIT Lab NZ), University of Canterbury, Christchurch, New Zealand. <http://www.hitlabnz.org/route.php?r=prj-list>
- [9] Labhuman-I3BH. Proyecto Realitat<sup>3</sup>. Universidad Politécnica de Valencia. España. 2010.
- [10] Schwabe M. H. Diseño en el aprendizaje de la cristalográfia mediante RA. Tesis doctorado. Mexico. 2005. Disponible en [www.azc.uam.mx/cyad/posgrado/abstracts/pdf/NT/doctordado/schwabe\\_mayagoitia\\_hector\\_jorge.pdf](http://www.azc.uam.mx/cyad/posgrado/abstracts/pdf/NT/doctordado/schwabe_mayagoitia_hector_jorge.pdf)
- [11] Barandiarán, J., Moreno, I., Ridruejo, F.J., Sánchez, J., Borro, D., and Matey, L., "Estudios y Aplicaciones de Realidad Aumentada en Dispositivos Móviles", Proceedings of the XV Conferencia Española de Informática Gráfica (CEIG`05), pp. 241-244. Granada, Spain. 2005.
- [12] <http://www.libspark.org/wiki/saqqoosha/FLARToolKit/en>
- [13] <http://blog.soulwire.co.uk/code/actionscript-3/webcam-motion-detection-tracking>
- [14] <http://blog.papervision3d.org/>
- [15] <http://labrosa.ee.columbia.edu/matlab/dtw/>
- [16] <http://www.sasarudan.com/en/technologyblog/flashadobe/4-flash10audio.html>