



Universidad de las Ciencias Informáticas

“Realidad Aumentada integrada a Entornos de
Aprendizaje en Línea.”

*Tesis para optar por el título de
Máster en Informática Aplicada*

Autor: Lic. Lidiexy Alonso Hernández

Tutora: MsC. Mayra Durán Benejam

Ciudad de la Habana

Julio 2009

Todo depende del software con el cual miremos al mundo.

ANÓNIMO

A mi Madre...

A mi Esposa...

*... y a todos los autores de los artículos y trabajos de diploma
que ayudaron al desarrollo de la Realidad Aumentada en la UCi.*

Tabla de contenidos

Resumen.....	I
1 Introducción	1
1.1 Motivación.....	1
1.2 Necesidad	1
1.3 Modalidad de presentación.....	4
2 Desarrollo.....	6
2.1 Escenas aumentadas.....	6
2.2 Entornos de aprendizaje en línea.....	9
2.3 Línea relacional de la investigación	13
2.4 Proyecciones futuras.....	18
Conclusiones.....	20
Recomendaciones	21
Referencias bibliográficas.....	22
Bibliografía.....	24
Anexo 1.....	28
Anexo 2.....	40
Anexo 3.....	42
Anexo 4.....	44
Anexo 5.....	46
Anexo 6.....	48
Anexo 7.....	58

Resumen

El presente trabajo representa la compilación de un conjunto de artículos que abordan desde el desarrollo de escenas de Realidad Aumentada hasta la manera de integrarlas a entornos de aprendizaje en línea. Se considera que los contextos educativos tienen grandes posibilidades para aplicar esta tecnología, sin embargo los principales resultados en la actualidad se limitan a ámbitos locales o aplicaciones de escritorio a la medida. La investigación realizada pretende extender su uso a los entornos de aprendizaje en línea, convirtiéndolos en ambientes más colaborativos y personales. En este sentido se describe cómo se inserta la Realidad Aumentada en el proceso formativo, se precisa la localización, interacción y representación del comportamiento de los objetos 3D de la escena aumentada, así como la retroalimentación con el usuario a través de las secuencias de animación. Paralelamente, el trabajo expone la integración de las escenas aumentadas a aplicaciones Web usando los estándares XML y X3D, de conjunto con técnicas de comunicación asincrónica como AJAX y Ajax3D, que consiguen una visualización en tiempo real y mayor interactividad del usuario con el entorno. Los resultados de integración alcanzados, se expresan a través de la transmisión eficiente de los flujos de videos en tiempo real, que constituyen un factor fundamental para la Realidad Aumentada sobre Internet y consecuentemente para los entornos de aprendizaje en línea.

1 Introducción

1.1 Motivación

La representación de situaciones, objetos y sus principales características a través de la gráfica, se puede considerar un arte milenario que surgió aparejado a la necesidad de comunicación del hombre. Su evolución con el paso de grandes períodos de tiempo transitó desde las pinturas rupestres, la escultura y pintura tradicional, hasta la representación digital para finalidades específicas de la información y las comunicaciones. Estos dos últimos términos se han integrado a la sociedad, a través de las nuevas tecnologías e Internet.

Objetos con sus características visuales y físicas, así como situaciones donde se involucran uno o varios de éstos, se representan actualmente en tercera dimensión (3D) y llegan a los ojos de muchos individuos mediante la televisión, la red de redes y hasta los medios de comunicación más revolucionarios, como la telefonía celular. Todos se han preparado para superar la barrera entre lo “virtual” y lo “real”. Cada medio se esfuerza por mostrar sus mejores resultados investigativos a través de conceptos como, set virtual, realidad aumentada, computación oblicua, entre otros, y aunque el umbral entre todos estos es muy pequeño, un factor común entre ellos y principal motivación para esta investigación es la mezcla entre lo “virtual” y lo “real” denominada Realidad Aumentada.

1.2 Necesidad

El conocimiento sobrio relacionado con las técnicas de la Realidad Aumentada en Cuba y la falta de plataformas y/o sistemas de aprendizaje con características de la Web 2.0 abren una línea indiscutible para la investigación, donde la combinación de la RA y los entornos de aprendizaje en línea juegan un papel fundamental.

Desde finales del siglo pasado, el uso intensivo de las tecnologías en las experiencias de educación a distancia ha permitido una percepción más moderna de este tipo de educación. Y lo que sí es cierto, es que la educación a distancia ha conseguido, gracias a la impagable ayuda de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) actuales, superar uno de los obstáculos que históricamente habían impedido que se manifestara con fuerza como un sistema educativo válido y eficiente [SANGRÁ 2002]. En este contexto, los facilitadores de las materias generalmente aprovechan las TIC como medios

de enseñanza para representar visualmente la realidad y así propiciar una adquisición más completa del conocimiento en los estudiantes. Entre los medios más conocidos se encuentran las pancartas, transparencias, diapositivas y videos generados por computadora, que aunque todavía son muy utilizados, no logran transmitir todo el cúmulo de información que se necesita para comprender mejor los problemas y buscar sus soluciones. Pudiera tomarse como una excepción de lo anterior, a los videos o presentaciones con objetos y entornos reales, que se consideran medios de enseñanza muy provechosos, pues permiten reflejar el fenómeno que se estudia de manera directa. Son incontables los ejemplos existentes, pero pudieran mencionarse la visualización de órganos vitales extraídos de un donante real, la diferenciación de las capas de rocas que se exhibe en un corte transversal realizado por equipos especializados o la comprobación de cambios de colores cuando se mezclan reactivos químicos en una práctica de laboratorio. La adquisición de conocimientos a través de situaciones como las anteriores han sido utilizadas por décadas en diferentes instituciones, pero ¿qué sucede si no se cuentan con los medios de enseñanza para generar estos videos reales, dígase objetos, muestras u otros elementos?

Las causas principales de no contar con estos medios son:

- 1) La inexistencia física de los medios, por falta de presupuesto para adquirirlo y/o la incapacidad del hombre para observarlos.
- 2) La inexistencia forzada, porque pondría en riesgo la seguridad de locales y/o vidas humanas.

La primera se refiere a los elementos que pudieran adquirirse por la entidad o simplemente porque son invisibles al ojo humano como por ejemplo, los elementos microscópicos. En tanto la segunda se refiere a los elementos radioactivos u otros que, al ponerse en contacto directo con el hombre y su entorno, representaría una amenaza para su integridad física. Ejemplos representativos de este último caso son el uranio empobrecido, explosivos altamente volátiles y muchos otros con los cuales sería casi imposible grabar una situación real donde el profesor interactúe con el medio de enseñanza.

Una alternativa para solucionar la ausencia física de los medios de enseñanza es la modelación virtual de los objetos a través de técnicas computacionales, dentro de las que se encuentran la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada.

Lo descrito anteriormente y las publicaciones que se anexan a este documento, demuestran la posibilidad de integrar la Realidad Aumentada a los entornos de aprendizaje en línea apoyados en el uso

de técnicas y estándares derivados de la Web 2.0. De modo que se hace visible el **problema científico** que da pie a esta investigación y que se refiere a cómo emplear las técnicas de Realidad Aumentada para poner a disposición del profesor, cualquier objeto de la realidad que necesite emplear como medio de enseñanza en un entorno de aprendizaje en línea. En tanto el **objeto** a estudiar se enmarca en los entornos de RA en la Web, concentrándose la atención en las escenas de RA integradas a un entorno de aprendizaje en línea como **campo de acción**. De esta forma, se ha determinado que el **objetivo de la investigación** se centra en desarrollar escenas de RA, a partir del uso de los estándares XML y X3D, que permitan su integración con entornos de aprendizaje en línea.

Marcado claramente el objetivo, se **defiende la idea** de que las escenas de RA desarrolladas a partir de los estándares XML y X3D, se pueden integrar a entornos de aprendizaje en línea, permitiéndole al profesor tener a su disposición cualquier objeto de la realidad.

Para el cumplimiento del objetivo se han definido las siguientes **tareas**:

- Caracterización de los elementos de RA necesarios para suministrar al profesor los objetos virtuales con un elevado realismo.
- Caracterización de los entornos de aprendizaje en línea para su integración con escenas de la RA.
- Análisis de las técnicas de visualización e interacción para convertir a una escena de RA en un potencial medio de enseñanza.
- Proponer estándares y técnicas de la Web 2.0 para respaldar el uso de la RA dentro de los entornos de aprendizaje en línea.

Los **métodos de investigación** aplicados fueron fundamentalmente los teóricos donde se utilizaron los procedimientos de análisis y síntesis al realizar el estudio de los entornos de aprendizaje y la tecnología de RA, así como también en la determinación de las técnicas y estándares para crear las escenas aumentadas y la forma de integrarlos a los entornos de aprendizaje en línea. Además se aplicó el método histórico para determinar las tendencias actuales de desarrollo tecnológico en esta rama y el método de la modelación al crear objetos virtuales y escenas que permiten explicar la realidad.

1.3 Modalidad de presentación

La modalidad de presentación de este trabajo está enfocada en la compilación de un conjunto de artículos relacionados entre sí, que se anexan de manera íntegra al final del documento y se listan a continuación conjuntamente con sus objetivos, en pos de propiciar más adelante, la explicación de cómo se corresponden y dan solución de forma categórica al objetivo planteado.

Artículo #1: *“Aplicación de la Realidad Aumentada en el proceso de formación del universitario.”*

Objetivo: Describir cómo se inserta la realidad aumentada dentro del proceso formativo, ya sea como medio de enseñanza o como una nueva tecnología de la información y las comunicaciones (NTICs).

Artículo #2: *“Localización de objetos virtuales en el mundo real con técnicas de Realidad Aumentada.”* (Tesis de Diploma)

Objetivo: Localizar espacialmente los objetos virtuales introducidos en una escena real mediante técnicas de realidad aumentada.

Artículo #3: *“Aplicación de shaders de relieve a objetos 3D en un entorno de Realidad Aumentada.”* (Tesis de Diploma)

Objetivo: Aplicar shaders de relieve a objetos 3D en un entorno de Realidad Aumentada para obtener mayor realismo en la escena.

Artículo #4: *“Interacción entre elementos virtuales a través de los estándares XML y X3D.”* (Tesis de Diploma)

Objetivo: Describir el comportamiento en tiempo real de los elementos que conforman los entornos virtuales Web, a través de los estándares XML y X3D.

Artículo #5: *“Interacción de secuencias de animaciones de la Realidad Aumentada.”* (Tesis de Diploma)

Objetivo: Describir cómo interactúan las secuencias de animaciones en los entornos de Realidad Aumentada.

Artículo #6: *“La Web 2.0 al servicio de la Realidad Virtual.”*

Objetivo: Proponer estándares y técnicas de la Web 2.0 para integrar la realidad virtual a la Web de manera eficiente.

Artículo #7: *“Ámbito de redes para videos en línea.”*

Objetivo: Proponer tecnologías, estándares y protocolos para una arquitectura de redes que permita una transmisión eficiente de los flujos de video en línea.

2 Desarrollo

2.1 Escenas aumentadas

La Realidad Aumentada (RA) es una variación de los Ambientes Virtuales o Realidad Virtual (RV) como se conoce más comúnmente. La Realidad Virtual sumerge al usuario dentro de un ambiente sintético (generado por la computadora). Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real alrededor de él. En contraste, la Realidad Aumentada le permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales sobrepuestos sobre el mundo real, o compuestos con él. [AZUMA 1997]

El mayor reto de la Realidad Aumentada es lograr combinar objetos del mundo real con objetos virtuales dentro de un entorno aumentado, que creen la ilusión para el usuario de que los objetos virtuales o generados por computadoras se encuentran de manera coherente y exacta en el entorno real que se visualiza. En fin, que las coordenadas registradas del objeto 3D se encuentren en correspondencia con su posición en el entorno virtual que a su vez tiene relación directa con el mundo real. [ALONSO and DURÁN 2006]

De lo anterior se puede inferir que las escenas aumentadas se construyen a partir de un conjunto de objetos virtuales que manifiestan transformaciones y están relacionados espacialmente con el entorno real.

Considerando que la RA constituye actualmente una tecnología en desarrollo con aplicaciones muy amplias, donde se destaca la interacción colaborativa del hombre con la información representada a partir de ella, podemos interpretar que un área de desarrollo fundamental para esta tecnología son los entornos de aprendizaje en línea.

En el mundo de hoy existen algunas aplicaciones de RA que centran su objetivo principal en la enseñanza de alguna ciencia o técnica dentro de los diferentes niveles de aprendizaje. Tal es el caso del proyecto de investigación “Realidad Aumentada en la Enseñanza de la Matemática” de la Universidad Eafit en Medellín, Colombia; ejemplificado en uno de los artículos propuestos como resultado de este trabajo. (Anexo 1). Otras aplicaciones inclinan su estudio hacia temáticas como la ingeniería civil y planificación de arquitectura urbana [LIAROKAPIS *et al.* 2006], la cirugía en órganos vitales [NICOLAU *et al.* 2005], la arquitectura de redes [SEIBERT and DÄHNE 2006], entre otras que muestran guías para un

mejor desempeño de la actividad o simplemente evalúan un ejercicio para lograr habilidades básicas en un rama específica.

Se pudieran mencionar algunos proyectos educativos existentes que vinculan la RA para sus propósitos, dentro de los que se encuentran el CREATE, ARiSE, RASMAP, Tinmith, Magic Book y otros que se desarrollan en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) que tienen formato de juegos, denominados “Environmental Detectives” y “Mystery @ The Museum”. A continuación se comentan algunas características de estas aplicaciones.

- *CREATE*: El ámbito global del Proyecto CREATE (Constructivist Mixed Reality for Design, Education, and Cultural Heritage) es desarrollar un marco de Realidad Mixta que posibilite la construcción en tiempo real con un elevado nivel interactivo y la manipulación del realismo en mundos virtuales asentados en orígenes reales. Este marco será probado y aplicado al contenido de herencia cultural en un contexto educativo, así como al diseño y la revisión de ajustes en la planificación arquitectónica/urbana. Es importante señalar que se trata de un proyecto en desarrollo, con el objetivo esencial de combinar el trabajo innovador realizado en realidad virtual, simulación, visualización, gráficos, audio e interfaces, en la producción de aplicaciones bajo un enfoque constructivista [LOSCOS and WIDENFELD 2005]. CREATE cuenta actualmente con varias publicaciones que enriquecen el trabajo que se viene desarrollando, las cuales están accesibles en <http://www.cs.ucl.ac.uk/research/vr/Projects/Create/publications.htm>, pero aún no muestra ninguna versión del producto.
- *ARiSE*: El Proyecto de investigación ARiSE (Augmented Reality in School Environment) tiene un enfoque mayor a los contextos educativos, son los defensores principales de la integración de la RA con los sistemas de aprendizaje en línea, alegando que esta tecnología brindará vías alternativas para la transferencia del conocimiento en la educación [BOGEN *et al.* 2008]. Sin embargo su desarrollo se ha limitado a la construcción y mejoramiento de una plataforma de hardware denominada Spinnstube, que integra las bondades de la RA en un sistema de enseñanza asistido por computadora. Es preciso destacar que en una de sus últimas presentaciones en diciembre del 2008, afirman haber desarrollado algunos componentes basados en el estándar SCORM, lo cual permitirá la comunicación con los más comunes Sistemas de Gestión de Aprendizaje (LMS, por sus siglas en inglés). En tanto este Proyecto no ha creado un entorno de aprendizaje en línea, sino una plataforma de hardware que está preparada para

asimilar aplicaciones creadas con técnicas de RA para propósitos educativos. A continuación, se muestra en la Figura 1 el prototipo que actualmente se presenta en varios eventos y ferias relacionadas con la RA y con las NTICs aplicadas a la educación.

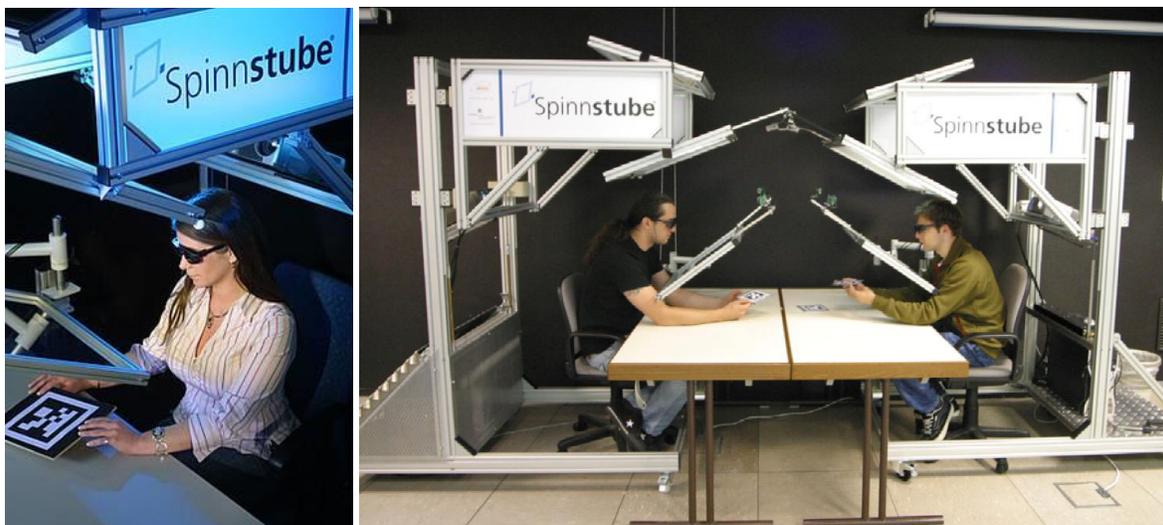


Figura 1. Plataforma Spinnstube. Principal logro del Proyecto ARiSE.

- *RASMAP*: Plataforma de Realidad Aumentada Sin Marcadores en Entornos Móviles para el Desarrollo de Asistentes Personales, que tiene como objetivo avanzar en el conocimiento de la tecnología que haga posible el desarrollo de una plataforma, que mediante la aplicación de las tecnologías de realidad aumentada y utilizando tecnologías de posicionamiento basado en visión sin marcadores, facilite el desarrollo de Asistentes Personales Móviles (Wearable Personal Assistant). Es un proyecto que se encuentra en ejecución y sin resultados palpables hasta el momento, pero que tiene la finalidad de desarrollar dos prototipos que validen la calidad y utilidad de los resultados científico – tecnológicos obtenidos en el ámbito del Patrimonio Histórico como guía para visitantes y otro en el ámbito de la ingeniería mecánica, como asistente para la teleformación. [IZKARA *et al.* 2008]

Estos proyectos y aplicaciones no están a disposición de una comunidad amplia, como pudiera lograrse con un entorno de aprendizaje en línea donde se benefician una mayor cantidad de personas interesadas en compartir y adquirir el conocimiento que se genera a través de los mismos.

En Cuba no se conocen resultados concretos relacionados con la RA y tampoco aplicaciones que vinculen esta tecnología con los procesos de aprendizaje. La presente investigación constituye entonces,

el primer trabajo de su tipo que pretende relacionar las escenas de RA y los entornos de aprendizaje en línea en nuestro país.

2.2 Entornos de aprendizaje en línea

Los entornos virtuales de aprendizaje o entornos de aprendizaje en línea, nacieron principalmente en las universidades. Los procesos de aprendizaje unidireccionales fueron transformándose con la necesidad del uso de las redes en el campus universitario. La utilización intensa de la Intranet e Internet permitió no solo la localización de información y materiales autoinstruccionales para los estudiantes, sino que creó un entorno diferente de comunicación entre profesor – alumno y alumno – alumno, donde se facilita el trabajo colaborativo y la creación de nuevas iniciativas en apoyo a los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Un entorno de aprendizaje en línea es un espacio con accesos restringidos, concebido y diseñado para que las personas que acceden a él desarrollen procesos de incorporación de habilidades y saberes, mediante sistemas telemáticos. Una de las características más destacables de los entornos virtuales de aprendizaje es la de crear espacios en los que no sólo es posible la formación sino que también es posible informarse, relacionarse, comunicarse y gestionar datos y procesos administrativos. [DONDI *et al.* 2000]

En el mundo de hoy se destacan definiciones como la de Sistemas de Gestión de Contenidos de Aprendizaje (LCMS)¹, que no son más que un conjunto de sistemas, donde se encuentran por ejemplo: *ATutor, Moodle, Blackboard* y otros con mayores ambiciones como el *eCollege*, este último apegado a la idea de "software como servicio" (Software As a Service, o SaaS) que proveen a la comunidad fundamentalmente de una aplicación informática instalada en un servidor Web y se emplea para administrar, distribuir y controlar las actividades de formación presencial o "a distancia" de una institución u organización. Se le denominan también a estos sistemas, entornos de aprendizaje en línea, que se nutren constantemente con nuevos conceptos y estándares educativos para pretender alcanzar mayores logros en la difícil tarea de llevar el conocimiento hacia cualquier lugar del mundo conectado a la red de redes.

¹ Siglas en inglés para, Learning Content Management System.

No obstante, Internet luce hoy una nueva filosofía para la colaboración y el intercambio de información de todo tipo, denominada Web 2.0 y que trae un sinfín de herramientas con amplias oportunidades en el contexto educativo. Estas herramientas permiten socializar contenidos en la Web, dejando a un lado el levantamiento de la infraestructura tecnológica y centrando esfuerzos en la difusión de una cultura para su uso.

Las herramientas que sobresalen como promotoras para la colaboración e intercambio de información son los blogs, wikis, sistemas de publicación de archivos, entre otras, que en su mayoría trabajan de manera independiente y suponen un esfuerzo adicional de integración. Por tanto, un número importante de centros de investigación, proyectos y universidades, se enfocan en desarrollar entornos de aprendizaje en línea que unifiquen armónicamente estas herramientas para lograr resultados más abarcadores y atrayentes.

Existen algunas iniciativas recientes que tratan de hacer accesibles las nuevas tecnologías en el contexto educativo, dotándolas de características sociales. Tales iniciativas permiten el acceso de forma libre y abierta, introduciendo conceptos como OpenCourseWare² (OCW). Un buen ejemplo lo constituye la aplicación OpenEQaula (disponible en <http://www.eqaula.org/eva/>), que brinda la opción de compartir un LCMS 2.0 [GRANDA 2008], posibilitando insertar tecnologías novedosas en los procesos educativos con un mínimo de esfuerzo inicial. También se presentan trabajos interesantes en el área de los Ambientes de Aprendizaje Personalizados (PLE)³, que no son más que redes para conectar una serie de recursos, servicios y sistemas dentro de un espacio controlado personalmente por el individuo [NOA 2009].

Los PLE son considerados actualmente los entornos de aprendizaje del futuro, que pretenden combinar las herramientas sociales existentes para nutrir a cada individuo con el conocimiento necesario para su desarrollo intelectual y preparación para la vida [ATTWELL 2007].

Según Berasaluce, cuando se pretende obtener una arquitectura de software adecuada que dé soporte de forma personalizada a la actividad diaria de cada individuo y permita generar contenidos, compartirlos, enriquecerlos y difundirlos entre usuarios de ámbitos concretos, se deben tener en cuenta los PLE, los cuales contienen los siguientes elementos claves:

² Material universitario que está disponible públicamente para ser utilizado.

³ Siglas en inglés para, Personal Learning Environment.

- La información compartida socialmente tiene al **individuo (Personal)** como principio y fin de un flujo cíclico, que se representa de la siguiente manera: Individuo – Gestión de Información – Red Social – Individuo.
- La **enseñanza/aprendizaje (Learning)** como factor fundamental dentro del proceso individual:
 - *Life-long learning*, formación continua.
 - Aprendizaje basado en *competencias* (saber hacer).
 - *Participación activa* de todo usuario (lector/escritor).
- Una variedad de necesidades/preferencias para que cada persona pueda realizar su actividad diaria, lo que implica contar con **entornos flexibles (Environment)**.

Se necesita señalar además, que los PLE permiten centrar la formación en el individuo, pero sin dejar de tener en cuenta la tutoría de profesores, instituciones y otros usuarios. Es un espacio donde convergen los distintos contextos de aprendizaje a los que el usuario se encuentra “suscrito” y también donde se engloban aspectos de recuperación de información, creación de recursos de aprendizaje, integración de sistemas de aprendizaje, redes sociales y formación continua [BERASALUCE *et al.* 2008].

Por último se puede discernir, que los PLE constituyen el concepto más cercano a los entornos de aprendizaje en línea colaborativos que se pretenden alcanzar en futuras investigaciones del autor.

Cuba siendo un país con un avance extraordinario en la educación y en los procesos de enseñanza-aprendizaje, no se ha quedado rezagada en el desarrollo de varios LCMS. Los principales logros obtenidos se encuentran en las universidades de mayor prestigio a nivel nacional e internacional, ejemplos de estos sistemas son:

- La plataforma SEPAD creada en la Universidad Central “Marta Abreu” de las Villas, cuya aspiración principal es llevar la educación a todos independientemente de su capacidad tecnológica o de conectividad. Para ello cuenta con varios módulos que van desde el clásico ambiente Web para usuarios que tienen la posibilidad de conexión en línea, a un cliente para acceder a los servicios de la plataforma a través de protocolos de correo electrónico o incluso una versión multimedia capaz de ejecutarse sin necesidad de conexión alguna. Además cuenta con una herramienta para la elaboración de los cursos que no requiere de conexión. La

plataforma expone un aula virtual donde se acceden a los materiales didácticos, búsquedas, auto evaluaciones, calificaciones y los servicios de tutorías así como a servicios de comunicación e intercambio tales como la mensajería interna, los foros de debates, el sistema de anuncios, las noticias y las salas de chat temáticas. Desde el punto de vista de los tutores y profesores el sistema cuenta con ambientes donde estos pueden seguir el proceso de aprendizaje de sus alumnos [SEPAD 2009].

- El Centro Virtual de Recursos (CVR) elaborado en el Instituto Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), es una plataforma de teleformación que brinda los siguientes servicios:
 - *Producción de contenidos.* Espacio de trabajo e intercambio de los profesores y los especialistas de los grupos de producción de contenidos de la CUJAE.
 - *Consulta a expertos.* Módulo para solicitar ayuda a los especialistas en diseño, multimedia, herramientas de autor y otros temas que puedan resultar de interés.
 - *Taller de herramientas para la teleformación.* En el taller se encuentra un grupo de herramientas para la teleformación. Se tiene acceso a una amplia gama de herramientas para la producción de recursos, contenidos, ejercicios y otros. Además de contar con plantillas, ayudas, apuntes de las personas que las han utilizado y lista de miembros interesados en cada herramienta.
 - *Cursos y tutoriales para la autopreparación.* Un grupo de cursos que ayudarán en la preparación para el uso de las tecnologías de manera autodidacta.
- La plataforma de teleformación ApreNDIST, creada en el Instituto Politécnico “José Antonio Echeverría” (CUJAE), implementada sobre un ambiente WEB para impartir cursos a distancia que consta de dos modalidades principales:
 - Trabajo en red con tres módulos: administrador, profesor y estudiante.
 - Trabajo sin conexión a red. (sólo con el módulo del estudiante)

ApreNDIST ordena y agrupa a los elementos participantes adecuadamente. La unidad mínima donde se agrupan los elementos del proceso de enseñanza-aprendizaje es en el curso. La agrupación de varios cursos lleva a la definición de un programa. Un programa modela la

función que puede cumplir una carrera universitaria, una maestría, una especialización o un doctorado escolarizado donde se relacionan conocimientos de varios cursos que forman una nueva clase de objeto metodológico en la guía del proceso de formación del personal. El centro agrupa varios programas, de manera similar a como funcionan las universidades [APRENDIST 2009].

Existen además otros sistemas en universidades cubanas que apuestan por alternativas basadas en software libre y utilizan Moodle⁴ como plataforma para la teleformación o educación a distancia. La Universidad de las Ciencias Informáticas invierte un esfuerzo extraordinario en el constante desarrollo de Moodle, mostrando varios resultados alentadores a pesar de su reciente creación. Aún así, Cuba carece de sistemas dotados con características de la Web 2.0, lo que constituiría un avance para lograr la inteligencia colectiva que se necesita para enfrentar los retos que le corresponden a la generación actual.

De cualquier manera, ninguno de los entornos de aprendizaje en línea mencionados, integran componente alguno de la RA, lo que significa que se debe prestar atención especial hacia esta dirección para poder alcanzar resultados con mayor relevancia.

2.3 Línea relacional de la investigación

La investigación se apoya en una serie de publicaciones y tesis de pregrado que abordan la temática de la Realidad Aumentada desde diferentes ángulos, pero pensadas inicialmente con un objetivo común. El hilo conductor que relaciona todos los trabajos anteriores comienza en el titulado *“Aplicación de la Realidad Aumentada en el proceso de formación del universitario”* (Anexo 1) donde se describe cómo se inserta la RA en el proceso formativo, incidiendo especialmente en el papel que juega esta tecnología como medio de enseñanza para el profesor.

Desde este primer artículo presentado en el evento UCIENCIA del año 2006, los autores pretenden dar respuesta a la pregunta: ¿cómo se pudieran tener objetos que apoyen en gran medida el proceso de formación profesional dentro de un ambiente seguro y que además se aprecien todas sus posibilidades por los estudiantes?, que ha evolucionado crecientemente hacia el problema científico de la presente

⁴ Sistema de Gestión de Cursos (CMS), también conocido como Sistema de Gestión de Aprendizaje (LMS) o un Entorno Virtual de Aprendizaje (VLE).

investigación, pero siguiendo la base de contar con objetos y/o medios de enseñanza que apoyan el proceso de formación, que a través de los entornos de aprendizaje en línea enriquecen masivamente el conocimiento de las comunidades estudiantiles.

A partir de este punto se encontraron una serie de situaciones o interrogantes que dieron paso a las siguientes investigaciones. Para poder lograr un mayor control e interacción espacial con los objetos 3D que componen la escena de RA, que por definición están estrechamente vinculados con el ambiente real, se necesita contar con las coordenadas (x, y, z) que mantienen localizados a estos objetos en pos de establecer una sinergia entre los elementos virtuales/entorno virtual y elemento virtual/mundo real. Este resultado está descrito en la tesis *“Localización de objetos virtuales en el mundo real con técnicas de Realidad Aumentada”* que generó un artículo del mismo nombre adjuntado a este documento como Anexo 2.

El **objetivo logrado** con esta investigación fue localizar espacialmente los objetos virtuales introducidos en una escena real con técnicas de RA, teniendo dentro de sus **principales resultados** la obtención de las coordenadas (x, y, z) del objeto virtual con respecto al entorno real, la captura de los patrones o marcadores a través del algoritmo de visión artificial “Detección y Correspondencia de Plantillas” (Template Matching), además de una visualización básica de objetos 3D creados fundamentalmente bajo el estándar VRML. Como **vías de solución** se estudiaron diferentes marcos de trabajo dentro de los que se encuentran MrPlanet, OSGART, ArToolKit. Este último fue el marco seleccionado para la solución, así como algoritmos de rastreo (tracking) para el reconocimiento de los marcadores de la RA y además se sentaron las bases para procesar la relación cámara – marcador, marcador – modelo virtual y modelo virtual – cámara a través de distintos métodos algebraicos.

Como problemática adicional y crucial dentro del reto fundamental de la RA, se encontraba la visualización realista de los objetos 3D que conforman el entorno virtual aumentado, abordado en la tesis *“Aplicación de shaders de relieve a objetos 3D en un entorno de Realidad Aumentada”* (Anexo 3) y donde se muestra un resultado, que cubrió ampliamente las expectativas de calidad planteadas, mediante la utilización de pequeños programas elaborados en la unidad de procesamiento gráfico (GPU) llamados *shaders*.

El **objetivo** de la citada tesis fue investigar sobre los shaders de relieve y su aplicación en objetos 3D ubicados dentro de las escenas que conforman un entorno de Realidad Aumentada, meta que fue lograda y se obtuvo como **principal resultado**, la aplicación de shaders de relieve a objetos 3D que

forman parte de las escenas de RA garantizando una calidad visual adecuada, con un mínimo de procesamiento gráfico, que producía a su vez, una inapreciable diferenciación entre los objetos del mundo real y los generados por computadora. Este trabajo tuvo como mérito adicional la concreción de una aplicación demostrativa a partir del estudio de una temática poco tratada dentro de la RA hasta ese momento. Se tuvieron en cuenta como **vías de solución** varios lenguajes que fueron analizados para la elaboración de shaders, dentro de los que se encuentran el HLSL de Direct3D, GLSL de OpenGL y Cg, siendo este último el escogido para la programación en la GPU. Además se caracterizaron las unidades de procesamiento de las principales tarjetas de videos existentes, NVIDIA y ATI que garantizarían el soporte de código basado en software libre e indicadores de optimización para las aplicaciones futuras de las escenas aumentadas.

Enfocada ya en situaciones más cercanas al objetivo de esta investigación, se desarrolla una pequeña aplicación demostrativa donde se logra la interacción entre elementos virtuales en un entorno Web. Esta interacción es regida por un conjunto de características definidas en un XML y apoyado en las facilidades que presenta el X3D para la visualización y programación de eventos en objetos 3D sobre la plataforma fundamental de Internet. El trabajo de diploma *“Interacción entre elementos virtuales a través de los estándares XML y X3D”* se referencia en el Anexo 4 y en él se brindó una posibilidad importante para el profesor, al dotarlo de herramientas para contar con objetos virtuales que interactúan en un entorno de aprendizaje, influyendo de manera positiva en el proceso formativo de los estudiantes.

Se debe señalar que en la mencionada investigación se alcanzó el **objetivo** de describir el comportamiento en tiempo real de los elementos que conforman los entornos virtuales Web a través de los estándares XML y X3D, obteniéndose como **resultados fundamentales** la representación visual de objetos 3D en entornos Web, complementadas con animaciones simples a los objetos que manifiestan el intercambio de información dentro del modelo situacional construido. Al mismo tiempo se logró una interacción y comportamiento eficientes de estos objetos en la escena. Como parte de las **vías de solución**, se emplearon los estándares VRML y X3D para la representación de objetos 3D en la Web. Además se utilizó XML como lenguaje y formato para el almacenamiento organizado y la extracción de manera eficiente de los datos persistentes que se describen en el mundo virtual. Conjuntamente se tuvieron en cuenta lenguajes y técnicas de la Web como por ejemplo JavaScript, DOM, AJAX y algunos elementos del naciente Ajax3D, siempre priorizando las alternativas de software libre en cada decisión.

Debido a la situación descrita anteriormente se generó una interrogante que constituyó la base para otro trabajo de diploma y es la siguiente: ¿cómo se percibe la retroalimentación que genera la interacción de los objetos virtuales en el entorno? Las respuestas conclusivas que se obtuvieron arrojaron que la retroalimentación visual se denota a través de las secuencias de animación producidas como efecto de cualquier interacción entre los elementos del entorno y del usuario con ellos. Todo esto se incluye en un proceso que parte desde las secuencias de animaciones propias de cada objeto provocadas por una acción del usuario o del entorno que lo contiene. La colisión o el establecimiento de algún tipo de intercambio de información entre los objetos generan secuencias donde se involucran varios elementos del entorno y de esta forma llega al usuario final una respuesta visual de lo acontecido espontáneamente o de manera planificada.

En la tesis “*Interacción de secuencias de animación de la Realidad Aumentada*” (Anexo 5), se detalla cómo aplicar un modelo de interacción a las secuencias de animaciones en la RA, alcanzándose el **objetivo** de describir cómo interactúan las secuencias de animaciones en los entornos de Realidad Aumentada. Los **principales resultados** obtenidos fueron la selección de la técnica de fotogramas claves para introducir animaciones a las escenas 3D y se determinó realizar la interpolación aplicando transformaciones mediante *quaternion* entre fotogramas claves, combinado con el método de interpolación lineal para el resto de la secuencia de animación. Como **vías de solución** se utilizó el marco de trabajo ARToolKit para la visualización de la RA y el estándar VRML para la modelación de los objetos del entorno.

Con los resultados descritos hasta el momento se completa el ciclo que cubre el desarrollo de escenas de Realidad Aumentada, lo cual constituye un hito importante dentro del objetivo de esta investigación. Este ciclo comienza con la localización espacial de los elementos virtuales en los entornos reales, donde además se visualizan los objetos 3D asociados a un marcador, que después alcanzan niveles más elevados de realismo con el uso de shaders implementados en el GPU. Seguidamente se describen las características de estos objetos 3D que permiten el intercambio de información entre ellos y con el usuario, mostrando el comportamiento que se genera a consecuencia de esta interacción y por último, se logra la retroalimentación visual que percibe el usuario debido a la interacción antes mencionada y que se representa a través de secuencias de animación que son modeladas y calculadas con el apoyo de métodos matemáticos de interpolación. Es importante precisar que se alcanzó además una integración simple de objetos 3D a la Web.

Un paso posterior en el proceso de investigación estuvo marcado por las siguientes interrogantes:

- ¿Cómo insertar elementos de la RA a la filosofía de la Web 2.0?
- ¿Cuáles de los estándares y técnicas que integran la Web 2.0, servirían para acoplar la Realidad Aumentada y/o la Realidad Virtual a cualquier entorno Web de manera eficiente?

Las respuestas a estas y otras preguntas llevaron a los autores a concluir que los estándares idóneos para insertar elementos virtuales en la Web son el XML y X3D, y las técnicas que permiten manejarlos de manera eficiente son las basadas en Ajax, dentro de las que se encuentra Ajax3D. De esta forma se realizó una propuesta fundamentada de las herramientas que se acoplan de manera transparente a cualquier aplicación Web y que pueden ser integrados a los entornos de aprendizaje en línea.

Todo lo anterior se expuso de forma particular, en el artículo *“La Web 2.0 al servicio de la Realidad Virtual”* (Anexo 6), presentado recientemente en el IV Congreso Internacional de Tecnologías, Contenidos Multimedia y Realidad Virtual desarrollado en el marco de Informática 2009. En este artículo se dio cumplimiento al **objetivo** de proponer estándares y técnicas de la Web 2.0 para integrar la realidad virtual a la Web de manera eficiente, obteniéndose como **resultado principal** una aplicación demostrativa que mediante el uso de Ajax3D, establece un intercambio asincrónico con el servidor Web que permite representar objetos 3D y sus características dentro del entorno virtual, consiguiéndose una visualización en tiempo real y mayor interactividad del usuario con la escena. Dentro de las **vías de solución** se emplearon Ajax como técnica para crear aplicaciones altamente interactivas mediante la comunicación asíncrona con el servidor, XML como lenguaje estándar para la descripción de los datos, que serán recuperados mediante Ajax3D en respuesta a los cambios que puedan producirse en la escena tridimensional y X3D como estándar para la modelación de estas escenas en tiempo real.

Por último se realizó un estudio sobre la transmisión de flujos de videos de escenas aumentadas que serán acoplados a una aplicación Web a través de las redes. Este artículo se denomina *“Ámbito de redes para videos en línea”* (Anexo 7) y persigue el **objetivo esencial** de proponer tecnologías, estándares y protocolos para una arquitectura de redes que permita una transmisión eficiente de los flujos de video en línea. El **principal resultado** obtenido es la propuesta de los protocolos IPv6, RTP y RSTP para la transmisión de video en tiempo real, que permiten la comunicación dentro de una arquitectura donde se acopla la RA con aplicaciones Web.

Dentro de las **vías de solución** en este artículo se consideró el análisis de las tendencias y predicciones futuras tanto para la RA como para las redes en general, así como el estudio de los flujos de video en línea, que constituyen el recurso crítico para las aplicaciones que se pretenden implementar. Se estudiaron además las tecnologías y formatos ligeros –tal es el caso de JSON–, que pueden hacer mejor provecho de estos flujos de información, teniendo en cuenta además el ámbito de redes de servicios para su eficiente trasmisión.

Hasta este punto del documento se han reflejado todos los resultados obtenidos en las diferentes etapas que componen esta investigación. En particular, los logros alcanzados en los dos últimos trabajos cubren la otra parte importante del objetivo de la tesis que se refiere a la integración de la RA a los entornos de aprendizaje en línea. Esta integración se expresa con la inserción de los elementos de la Realidad Virtual a la Web, donde se acoplan objetos 3D basados en el estándar X3D y se produce un intercambio de información asincrónico con el servidor, que consigue una visualización en tiempo real y mayor interactividad del usuario con la escena. Además se expresa a través de la trasmisión eficiente de los flujos de video en línea, que constituyen un factor fundamental para la RA sobre Internet, pues mediante estos flujos las aplicaciones de RA representan los objetos 3D que se complementan con el mundo real. A su vez, se propone una arquitectura de servicios que soporta este tipo de aplicaciones y que apunta fundamentalmente hacia el contexto educativo, en específico a los entornos de aprendizaje en línea basados en el concepto de la Web 2.0.

Todos los artículos que conforman este compendio señalan claramente un camino largo por recorrer, pero brinda al autor principal y a todos los que colaboran en el desarrollo de la temática de la Realidad Aumentada en la Universidad de las Ciencias Informáticas, la satisfacción de transitar por la vía correcta según las recientes predicciones realizadas por las grandes compañías tecnológicas y de software, que pautan el avance de esta rama de la ciencia en el mundo.

2.4 Proyecciones futuras

Como trabajos futuros a corto y mediano plazo se pretende desarrollar una investigación que explique la arquitectura necesaria para implementar un entorno de aprendizaje en línea totalmente colaborativo y social, donde intervengan las técnicas de Realidad Aumentada apoyando una parte de las necesidades de conocimiento de la comunidad. Se encuentra en proyección otro trabajo que recoja los resultados estadísticos del uso de la aplicación Web que soporte el aprendizaje integrado con escenas de RA y

seguidamente, un estudio que se enfoque en la calidad de servicios para aplicaciones Web que contienen componentes de Realidad Virtual y Aumentada. Así el camino estará listo para la maduración del autor y el equipo que lo acompaña en la temática, generando maestrías y doctorados de varios de los integrantes, así como trabajos de diploma para los estudiantes que están vinculados al proyecto “Laboratorio de Realidad Aumentada” de la Facultad 5 de la Universidad de Ciencias Informáticas.

Próximamente, con el trabajo arduo de todo el equipo de proyecto, serán establecidas las premisas para el mejoramiento social de nuestro entorno y se dará a la enseñanza una alternativa en línea que servirá, tanto a profesores como estudiantes, para desarrollar las redes colaborativas de conocimiento.

Conclusiones

En el transcurso de la investigación y dentro de los resultados expuestos en los artículos y trabajos de diploma presentado se pueden presenciar el cumplimiento de los siguientes elementos:

- Se caracterizaron los elementos de Realidad Aumentada necesarios para proveer al profesor de objetos virtuales lo más cercano posible a la realidad, donde juegan un papel fundamental los programas *shaders* implementados en la GPU.
- En la caracterización de los entornos de aprendizaje en línea se determinó, que la vía más expedita de integración con escenas de la Realidad Aumentada es acoplar flujos de video en línea a los componentes de la Web que forman parte de estos entornos.
- Las técnicas de visualización e interacción en escenas de Realidad Aumentada fueron analizadas y dieron como resultado que la modelación con X3D y la descripción de las características de los objetos a través de XML puede convertir a una escena de RA en un potencial medio de enseñanza – aprendizaje.
- Se propusieron los estándares XML y X3D, además de técnicas AJAX para de comunicación asincrónica, así como JSON para optimizar el tamaño de la información que se intercambia, siendo todos los anteriores parte importante de la filosofía de la Web 2.0 y que a su vez permiten respaldar el uso de la RA dentro de los entornos de aprendizaje en línea.

Por último se puede afirmar, tras realizado el análisis de los elementos que conforman la investigación, que las escenas de Realidad Aumentada desarrolladas a partir de los estándares XML y X3D, se integran a entornos de aprendizaje en línea, poniendo a disposición del profesor cualquier objeto de la realidad para su utilización como medio o herramienta en los procesos de enseñanza – aprendizaje y formativos de los estudiantes.

Recomendaciones

Como parte de las recomendaciones de este trabajo se pueden señalar los siguientes aspectos para dar continuidad a la investigación:

- Realizar investigaciones educativas asociadas a la inclusión de la Realidad Aumentada como parte del proceso formativo de la universidad cubana que validen la propuesta de inducir escenas de Realidad Aumentada como herramienta o medio de enseñanza – aprendizaje de los estudiantes.
- Implementar un entorno de aprendizaje en línea basado en criterios de colaboración e intercambio de información, permitiendo la adquisición participativa de conocimiento y la creación de Redes Sociales.
- Llevar la Realidad Aumentada en conjunto con el aprendizaje en línea, al ámbito inalámbrico y personal con la utilización de dispositivos basados en tecnología celular, siguiendo la tendencia al crecimiento en este tipo de tecnologías que se suscita en Cuba y en el resto del mundo.

Referencias bibliográficas

1. ADAMS, M. *The Ten Most Important Emerging Technologies For Humanity.*, Truth Publishing, 2008. p.
2. ALONSO, L. and M. DURÁN. *Aplicación de la Realidad Aumentada en el proceso de formación del universitario.* UCiencia 2006, La Habana, 2006. p.
3. AMATRIAIN, J. G. *IPTV. Protocolos empleados y QoS.*, Área de Ingeniería Telemática. Universidad Pública de Navarra., 2007. 4-6.
4. APRENDIST ¿Qué es aprendist? , 2009.
5. ATTWELL, G. Personal Learning Environments - the future of eLearning? *eLearning Papers*, 2007, 2(1): 3-5.
6. AZUMA, R. *A Survey of Augmented Reality.* Teleoperators and Virtual Environments., 1997. 4, 6 p.
7. BERASALUCE, J. P.; J. R. URIARTE, et al. *PLE2SN: Construcción y desarrollo de Redes Sociales mediante PLEs.*, 2008.
8. BOGEN, M.; J. WIND, et al. *ARiSE. Augmented Reality in School Environments.* Sankt Augustin, Germany., Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems (IAIS). 2008.
9. DONDI, C.; A. SANGRÁ, et al. *Proyecto BENVIC, una metodología y criterios de calidad para evaluar entornos y plataformas virtuales de aprendizaje.* Catalunya, Universitat Oberta de Catalunya, 2000. 5.
10. GRANDA, J. L. *Brecha digital, educación y tecnologías.*, [en línea]. 2008. [Disponible en: <http://www.utpl.edu.ec/elearningblog/?p=179>]
11. HAMALAINEN, J. *IPv6 Enabling Peer-to-Peer IMS Services.* Global IPv6 Summit, San Diego, CA., 2003. p.
12. IZKARA, J. L.; D. BORRO, et al. *Plataforma de Realidad Aumentada Sin Marcadores en Entornos Móviles para Desarrollo de Asistentes Personales.*, 2008.
13. KLIMOVICH, R. *Demystifying IPv6.: IP Business.* <http://www.ipbusinessmag.com>, 2009.
14. KOZIEROK, C. M. *The TCP/IP Guide.* 2005. p.
15. LIAROKAPIS, F.; V. BRUJIC-OKRETIC, et al. Exploring Urban Environments Using Virtual and Augmented Reality. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 2006, 3(5).
16. LOSCOS, C. and H. R. WIDENFELD. *Constructivist Mixed Reality for Design, Education, and Cultural Heritage (CREATE).* London, UK., London's Global University, Department of Computer Science., 2005.

17. NICOLAU, S. A.; X. PENNEC, *et al.* A Complete Augmented Reality Guidance System for Liver Punctures: First Clinical Evaluation., 2005.
18. NOA, L. A. *Entomos de Aprendizaje.*, 2009.
19. PROJECT, P. I. *The 2008 Survey. The Evolution of Augmented Reality and Virtual Reality.*, Elon University School of Communications, 2008.
20. SANGRÁ, A. *Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo.: Seminario de formación de RED-U.* Universitat Oberta de Catalunya (UOC), 2002. 4.
21. SEIBERT, H. and P. DÄHNE System Architecture of a Mixed Reality Framework. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 2006, 3(7).
22. SEPAD. *¿Qué es SEPAD?*, 2009.
23. WINDHAM, C. *Educating the Net Generation.* University Graduate School Colloquium, NC State, 2007. p.

Bibliografía

- ADAMS, M. *The Ten Most Important Emerging Technologies For Humanity.*, Truth Publishing, 2008. p.
- ALIAGA, D. G.; Y. XU, *et al.* Lag Camera: A Moving Multi-Camera Array for Scene-Acquisition. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting.*, 2006, 3(10): 11.
- ALLARD, J.; J.-S. FRANCO, *et al.* *The Grlmage Platform: A Mixed Reality Environment for Interactions.* 4th IEEE International Conference on Computer Vision Systems., 2006. 7 p.
- ALVAREZ, N.; J. JARAMILLO, *et al.* *Augmented Reality for Teaching Multi-Variate Calculus.* II International conference on multimedia ICT's in Education., Badajoz, España, Consejería de Educación., 2003. p.
- AMATRIAIN, J. G. *IPTV. Protocolos empleados y QoS.*, Área de Ingeniería Telemática. Universidad Pública de Navarra., 2007. 4-6.
- ATTWELL, G. Personal Learning Environments - the future of eLearning? *eLearning Papers*, 2007, 2(1): 3-5.
- AZUMA, R. *A Survey of Augmented Reality.* Teleoperators and Virtual Environments., 1997. 4, 6 p.
- AZUMA, R. and C. FURMANSKI. *Evaluating Label Placement for Augmented Reality View Management.* ISMAR '03, Tokyo, 2003. 66-75 p.
- BALOG, A.; C. PRIBEANU, *et al.* Augmented Reality in Schools: Preliminary Evaluation Results from a Summer School. *World Academy of Science, Engineering And Technology.*, 2007, 24: 4.
- BERASALUCE, J. P.; J. R. URIARTE, *et al.* *PLE2SN: Construcción y desarrollo de Redes Sociales mediante PLEs.*, 2008.
- BIMBER, O.; A. GRUNDHÖFER, *et al.* Digital Illumination for Augmented Studios. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 2006, 3(8): 14.
- BOGEN, M.; J. WIND, *et al.* *ARiSE. Augmented Reality in School Environments.* Sankt Augustin, Germany., Fraunhofer Institute for Intelligent Analysis and Information Systems (IAIS). 2008.
- BROLL, W.; I. LINDT, *et al.* ARTHUR: A Collaborative Augmented Environment for Architectural Design and Urban Planning. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting.*, 2004, 1(1): 10.
- BROLL, W.; J. OHLENBURG, *et al.* *Meeting Technology Challenges of Pervasive Augmented Reality Games.* Netgames '06, Singapore, 2006. 12 p. 1-58113-000-0
- BRYANT, L.; S. DOWNES, *et al.* *Emerging technologies for learning.* CROWNE, S., BECTA leading next generation learning, 2007. 2: 101.

- CABRERO, J. *Nuevos entornos de aprendizaje: Las redes de comunicación.*, [en línea]. 2009. [2009].
Disponible en: <http://www.intec.edu.do/~cdp/docs/nuevosentornos.html>
- CASTILLO, R. A.; I. A. D. LÓPEZ, *et al.* Localización espacial de un punto en xyz mediante visión artificial. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina.*, 2006, 16(1): 13.
- CASTRO, V. *La evolución de la educación a distancia.* Nariño, Colombia, Universidad de Nariño., 2004. 8.
- CAWOOD, S. and M. FIALA, Eds. *Augmented Reality. A Practical Guide.*, Pragmatic Bookshelf, 2008. 328
978-1-93435-603-6
- DESSAI, S. S.; A. HORNUNG, *et al.* Automatic Data Normalization and Parameterization for Optical Motion Tracking. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 2006, 3(3): 13.
- DONDI, C.; A. SANGRÁ, *et al.* *Proyecto BENVIC, una metodología y criterios de calidad para evaluar entornos y plataformas virtuales de aprendizaje.* Catalunya, Universitat Oberta de Catalunya, 2000. 5.
- ESTABAN, P.; J. RESTREPO, *et al.* La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables., 2005: 4, 5.
- FISCHER, J.; D. BARTZ, *et al.* *Occlusion Handling for Medical Augmented Reality using a Volumetric Phantom Model.* VRST'04, Hong Kong, 2004. 4 p. 1-58113-907-1
- GARCÍA, J. C. G. *Posicionamiento 3D (2D) mediante una sola imagen de una Marca Artificial.* : Departamento de Electrónica., Universidad de Alcalá., 2003. 27. p.
- GIMENO, J. Los materiales y la enseñanza. en: *Cuadernos de Pedagogía.*, 1991. 10-15.p.
- GOLDSMITH, D.; F. LIAROKAPIS, *et al.* *Augmented Reality Environmental Monitoring Using Wireless Sensor Networks.*, 2008. 7.
- GRANDA, J. L. *Brecha digital, educación y tecnologías.*, [en línea]. 2008. [Disponible en: <http://www.utpl.edu.ec/elearningblog/?p=179>]
- HAMALAINEN, J. *IPv6 Enabling Peer-to-Peer IMS Services.* Global IPv6 Summit, San Diego, CA., 2003. p.
- IZKARA, J. L.; D. BORRO, *et al.* *Plataforma de Realidad Aumentada Sin Marcadores en Entornos Móviles para Desarrollo de Asistentes Personales.*, 2008.
- KAUFMANN, H. *Collaborative Augmented Reality in Education.* Imagina '03, Monaco, 2003. 4 p.
- KLIMOVICH, R. *Demystifying IPv6.: IP Business.* <http://www.ipbusinessmag.com>, 2009.
- KONTTINEN, J.; S. PATTANAİK, *et al.* Real-time Illumination and Shadowing by Virtual Lights in a Mixed Reality Setting., 2004: 9.
- KOZIEROK, C. M. *The TCP/IP Guide.* 2005. p.
- LIAROKAPIS, F. *Augmented Reality in Education.* Falmer, UK, University of Sussex., 2004.

- LIAROKAPIS, F.; V. BRUJIC-OKRETIC, *et al.* Exploring Urban Environments Using Virtual and Augmented Reality. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 2006, 3(5): 13.
- LIAROKAPIS, F.; N. MOURKOSSIS, *et al.* *An Interactive Augmented Reality System for Engineering Education*. 3rd Global Congress on Engineering Education., Glasgow, Scotland, UK, 2002. 4 p.
- Web3D and augmented reality to support engineering education. *World Transactions on Engineering and Technology Education*., 2004, 3(1): 4.
- LIU, W.; K. S. TEH, *et al.* Internet-enabled user interfaces for distance learning *International Journal of Technology and Human Interaction*, 2009, 5(1): 51(27).
- LOSCOS, C. and H. R. WIDENFELD. *Constructivist Mixed Reality for Design, Education, and Cultural Heritage (CREATE)*. London, UK., London's Global University, Department of Computer Science., 2005.
- LUDWIG, C. and C. REIMANN. *Augmented Reality: Information at Focus.: C-LAB. Cooperative Computing & Communication Laboratory*. Paderborn, GE, Universität Paderborn und der Siemens Business Services., 2005. 4: 11.
- MAEDA, M.; T. HABARA, *et al.* *Indoor Localization Methods for Wearable Mixed Reality*. 2nd CREST Workshop on Advanced Computing and Communication Techniques for Wearable Information Playing., 2003. p.
- MALIK, S. *Robust Registration of Virtual Objects for Real-Time Augmented Reality.:* The Ottawa-Carleton Institute for Computer Science. Ottawa, Ontario, Carleton University, 2002. 92. p.
- MALIK, S.; G. ROTH, *et al.* *Robust 2D Tracking for Real-Time Augmented Reality*. *Vision Interface*., 2002. 8 p.
- MCDONALD, C. *Hand Interaction in Augmented Reality.:* The Ottawa-Carleton Institute for Computer Science. Ottawa, Ontario, Carleton University, 2003. 127. p.
- NICOLAU, S. A.; X. PENNEC, *et al.* A Complete Augmented Reality Guidance System for Liver Punctures: First Clinical Evaluation. en: *Advances in Visual Computing*. MICCAI. DUNCAN, J. and GERIG, G. Berlin, GE, Springer Berlin / Heidelberg, 2005. 3749: 539-547.p.
- NOA, L. A. *Entornos de Aprendizaje*., 2009.
- OBLINGER, D. G.; M. V. T. HOOFT, *et al.* *Emerging technologies for learning*. CROWNE, S., BECTA leading next generation learning, 2008. 3: 101.
- OBLINGER, D. G.; J. L. OBLINGER, *et al.* *Educating the Net Generation*., EDUCAUSE., 2005. 263 p. 0-9672853-2-1

- OHLENBURG, J.; I. HERBST, *et al.* *The MORGAN Framework: Enabling Dynamic Multi-User AR and VR Projects*. VRST'04, Hong Kong, 2004. 4 p. 1-58113-907-1
- OLAIZOLA, I. G.; I. B. MARTIRENA, *et al.* MHP Oriented Interactive Augmented Reality System for Sports Broadcasting Environments. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting.*, 2006, 3(13): 11.
- PICHAstor, R. P.; S. A. NIETO, *et al.* *Entornos virtuales de aprendizaje: El papel del valor del entorno virtual y la auto-eficacia en los resultados de los estudiantes*. FORMATEX 2006, 2006. 5 p.
- PIZARRO, D. A.; P. CAMPOS, *et al.* *Comparación de técnicas de calibración de cámaras digitales.*, Universidad Tarapacá, 2005. 13: 11.
- PROJECT, P. I. *The 2008 Survey. The Evolution of Augmented Reality and Virtual Reality.*, Elon University School of Communications, 2008.
- ROHS, M. Marker-Based Embodied Interaction for Handheld Augmented Reality Games. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting.*, 2007, 4(5): 12.
- SANGRÁ, A. *Educación a distancia, educación presencial y usos de la tecnología: una tríada para el progreso educativo.: Seminario de formación de RED-U*. Universitat Oberta de Catalunya (UOC), 2002. 4.
- SEIBERT, H. and P. DÄHNE System Architecture of a Mixed Reality Framework. *Journal of Virtual Reality and Broadcasting*, 2006, 3(7): 13.
- SINCLAIR, P. A. S.; K. MARTINEZ, *et al.* *Links in the Palm of your Hand: Tangible Hypermedia using Augmented Reality*. HT '02, College Park, Maryland, ACM, 2002. 10 p. 1-58113-477-0
- STEAD, G.; B. SHARPE, *et al.* *Emerging technologies for learning*. CROWNE, S., BECTA leading next generation learning, 2006. 1: 56.
- VALLINO, J. R. *Interactive Augmented Reality*, University of Rochester, 1998. p.
- WIKIPEDIA. *Wikipedia, Enciclopedia Libre.*, 2009.
- WINDHAM, C. *Educating the Net Generation*. University Graduate School Colloquium, NC State, 2007. p.
- YUAN, C. Markerless Pose Tracking for Augmented Reality. en: *Advances in Visual Computing*. DUNCAN, J. and GERIG, G., Springer Berlin / Heidelberg., 2006. 4291: 721-730.p.
- ZHANG, Z. *A Flexible New Technique for Camera Calibration.* : *Microsoft Research*, Microsoft Corporation, 2008. 22.

Anexo 1

Aplicación de la Realidad Aumentada en el proceso de formación del universitario.

Lic. Lidiexy Alonso Hernández, MsC. Mayra Durán Benejam.

UCIENCIA 2006, Publicado en la Serie Científica de la UCI.

RESUMEN

La Realidad Virtual y la Educación tienen una relación muy estrecha. La aplicación de las técnicas de Realidad Aumentada para mezclar lo que llamamos “real” con lo “virtual” es un paso de avance para mejorar esta relación. Problemas que colmaron la atención del mundo hace mucho tiempo y que todavía preocupa a unas cuantas personas, hoy tienen otra vía de solución más cercana a la realidad que solicita el estudiantado de cualquier país y en especial de Cuba. Los medios didácticos y en especial los medios informáticos para apoyar el desarrollo cognitivo del estudiante, constituyen herramientas básicas al igual que los polémicos conceptos de objetos de aprendizaje, entornos de aprendizaje, secuencias de aprendizaje, entre otros. El fin de todo proceso es lograr que se llegue a un resultado concreto según lo aprendido, es acercar lo más posible a los estudiantes a problemas reales para que traten de encontrar su solución. Con la Realidad Aumentada se puede posicionar a cualquier estudiante en el entorno necesario para que resuelva un problema, además se pueden modificar las condiciones según vaya dando solución a cada ejercicio o simplemente mostrarle el camino y los objetos que pueden ayudarles a tomar una decisión correcta. ¿Qué ejemplo tenemos en Cuba de utilización de técnicas de Realidad Virtual para el aprendizaje?, pues muy pocos o quizás ninguno. La intención de este trabajo es mostrar qué aplicación tiene la Realidad Aumentada dentro del proceso formativo y qué ventajas puede brindar a nuestros estudiantes.

PALABRAS CLAVES: Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Medio de Enseñanza, Entorno Virtual de Aprendizaje.

INTRODUCCIÓN

“Dentro del proceso de formación más sólido del mundo siempre hay una razón para hacer revolución”.

Nuestro país ha logrado mantener a todo el pueblo con un nivel cultural muy alto y muestra al mundo un proceso formativo de toda su sociedad con unos índices de calidad y equidad jamás vistos. Se ha trabajado en los diseños curriculares en diferentes niveles educativos, en la didáctica general e inclusive algunas disciplinas han tenido avances, sobre bases científicas, en las didácticas específicas perfeccionando así las clases, los laboratorios de cada temática, la interacción de los estudiantes con los medios de enseñanza-aprendizaje, etc. Sin embargo el desarrollo de las tecnologías en el mundo nos impone metas superiores. Las bases sobre las que se sustenta todo el conocimiento que tenemos que adquirir tienen que ser muy sólidas. Es por eso que tenemos que aprovechar al máximo las posibilidades que nos brindan los diferentes medios para lograr una adecuada comprensión de cada objeto de estudio.

Los objetos reales a veces son tan complicados de entender como el mismo funcionamiento de estos. Las palabras no alcanzan para describir un objeto, se necesita tenerlo, observarlo, apreciar sus características y cualidades, ver la interacción de él con los demás objetos del proceso que se pretende enseñar. A veces estos objetos son muy difíciles de conseguir y algunos imposibles de llevar a un aula, otros simplemente pondrían en riesgo la vida de todos los presentes. Por tanto, ¿cómo pudiéramos tener objetos que apoyan en gran medida el proceso de formación profesional dentro de un ambiente seguro y que además se aprecien todas sus posibilidades a nuestros estudiantes? La pregunta ha tenido varias respuestas, algunas muy simples y otras realmente utópicas, muchas han estado relacionadas con la simulación y representación virtual de estos objetos; podemos encontrar desde la antigua lámina o ilustración hasta la multimedia y la Realidad Virtual. Las últimas conocidas generalmente como Tecnologías de la Información (IT por sus siglas en Inglés), de las cuales la Realidad Virtual se acerca más a la propuesta que nos proponemos dar en este trabajo.

METODOLOGÍA COMPUTACIONAL

Realidad Aumentada o Mixta

Dentro de la Realidad Virtual existen innumerables tecnologías que pudieran ayudar en la formación de los estudiantes, tal es el caso de los laboratorios virtuales, los juegos educativos, los simuladores y otros. Nos ocupa entonces una tecnología que pretende mezclar la realidad “real” con objetos “virtuales” y de esta manera hacer más interesante el proceso, además de que vincula la interacción estudiante – profesor, estudiante – tecnología, sin perder el ambiente de la clase y proporcionando un mayor interés por parte de los estudiantes ante la solución del problema al cuál se enfrentan.

La Realidad Aumentada (RA) “es una variación de los Ambientes Virtuales o Realidad Virtual (RV) como se conoce más comúnmente. La Realidad Virtual sumerge al usuario dentro de un ambiente sintético (generado por la computadora). Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real alrededor de él. En contraste, la Realidad Aumentada le permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales sobrepuestos sobre el mundo real, o compuestos con él.” [Azuma1997].

La Figura 1 muestra una escena de Realidad Aumentada donde se inserta un modelo en tres dimensiones (3D) generado por programas de diseño como son el 3D Studio Max, Maya, Lightwave, Blender y otros, en un entorno del mundo real.



Figura 1 – Escena de Realidad Aumentada.

El mayor reto de la Realidad Aumentada.

El mayor reto de la Realidad Aumentada es lograr combinar objetos del mundo real con objetos virtuales dentro de un entorno aumentado, que creen la ilusión para el usuario de que los objetos virtuales o generados por computadoras se encuentran de manera coherente y exacta en el entorno real que se visualiza. En fin que las coordenadas registradas del objeto virtual se encuentren en correspondencia con su posición en el entorno virtual que a su vez tiene relación directa con el mundo real.

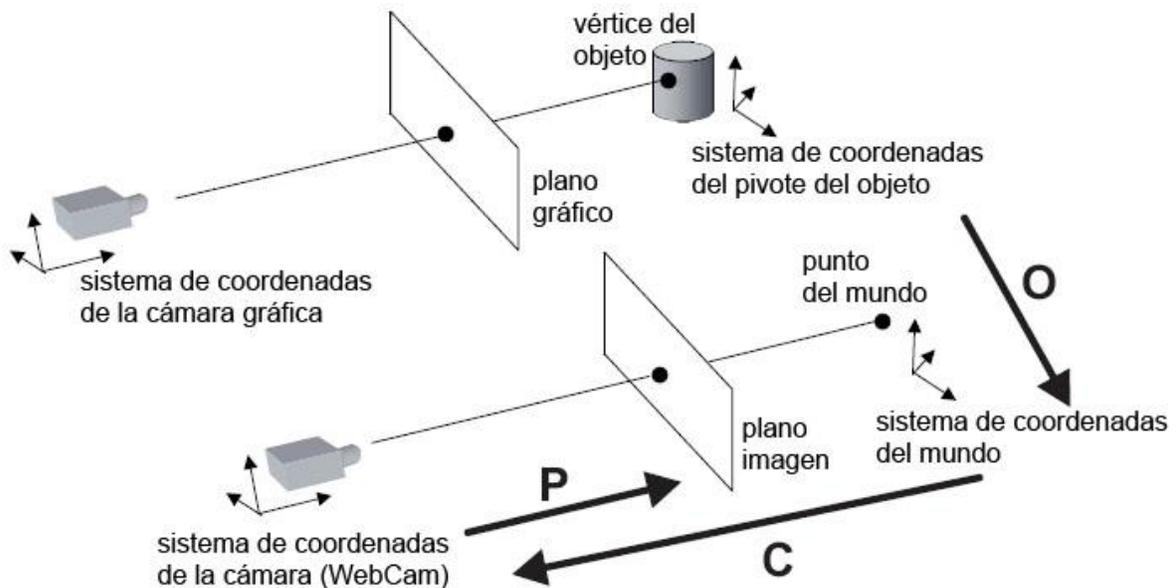


Figura 2 – Sistemas de coordenadas en la Realidad Aumentada

Los requisitos para crear un entorno de Realidad Aumentada con alta fidelidad están dados por las relaciones entre los sistemas de coordenadas del mundo y los sistemas de coordenadas del entorno virtual que están implícitas en la Figura 2. Estas relaciones están representadas por las transformaciones O (objeto – mundo), C (mundo – cámara), P (cámara – plano de imagen). La transformación O , representa la posición y orientación del objeto virtual con respecto al sistema de coordenadas del mundo real. La transformación C , representa la postura o posición de la cámara que captura la escena del mundo real y por otra parte la transformación P , representa la proyección de la escena 3D del mundo real visualizado en una imagen 2D en el plano de proyección. [Villano1998]

Por tanto si logramos sincronizar de manera exacta las coordenadas de cámara real con la cámara del entorno virtual gráficas mostradas en la Figura 2, lograríamos una representación fidedigna y una combinación perfecta entre los objetos reales y los generados por la computadora.

Conexión entre la Realidad – Virtualidad

En 1994 se describe por Milgram Takemura, una taxonomía que identifica como se relacionan la Realidad Virtual y la Realidad Aumentada. A raíz de esto definió la conexión entre Realidad – Virtualidad como muestra la figura 3.

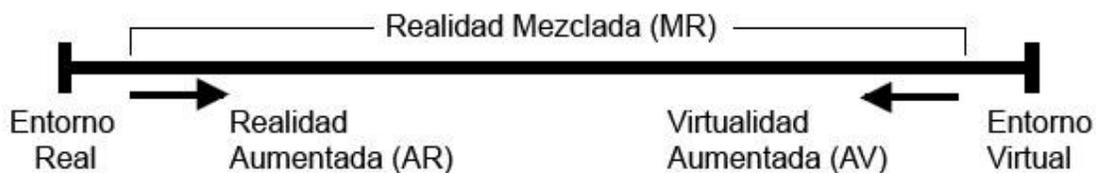


Figura 3 – Conexión entre Realidad – Virtualidad de Milgram.

El mundo (entorno) real y los entornos virtuales puros son los extremos de la gráfica entrelazados por la Realidad Mezclada. La Realidad Aumentada se acerca más al mundo real generando complejos objetos de alta calidad visual y la Virtualidad Aumentada es un término que creo Milgram para identificar sistemas que son sintéticos, pero que adicionan imágenes y videos del mundo real, como por ejemplo, texturas basadas en fotos y videos capturados de la realidad que se incorporan a los objetos que existen en el entorno virtual [Vallino1998].

Proceso de visualización de la Realidad Aumentada.

Actualmente existen varios frameworks⁵ y aplicaciones que tienen como objetivo visualizar objetos virtuales en entornos reales capturados por una cámara, como son el ARToolkit, el MrPlanet y otros. Pero básicamente el proceso para mostrar objetos virtuales es el mismo y sigue la representación de la Figura 4. Mediante la captura de marcadores que se encuentran en el mundo real y a los cuales han sido asignados para un propósito específico objetos generados por computadora. Las aplicaciones son las encargadas de tomar desde la señal de una cámara conectada a la PC (Webcam) la imagen donde se colocan marcadores o patrones conocidos que tienen asociados objetos virtuales. Estos últimos pasan por las transformaciones necesarias para ser colocados en la posición donde se registre el patrón, lo que da como resultado una mezcla entre la imagen real que se captura y el objeto asociado al patrón. Con esto se pueden mezclar además varias técnicas actuales para adicionar efectos y animaciones que garantizan la ilusión para el usuario de coherencia entre ambos entornos. Ver Figura 4.

⁵ Estructura de soporte definida en la cual otro proyecto de software puede ser organizado y desarrollado.

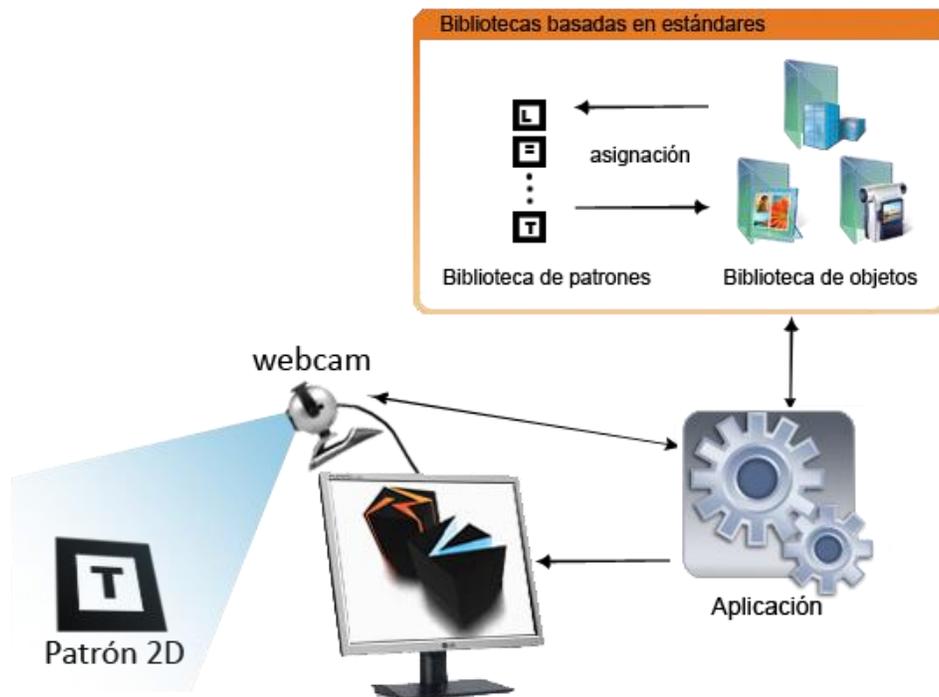


Figura 4 – Representación del proceso de captura y visualización 3D asociada al patrón.

Inserción en el proceso formativo como medio de enseñanza.

Los medios de enseñanza tienen diferentes definiciones, según los autores, pero algunos se ajustan más a la idea que queremos transmitir en relación con la RA. Algunos expresan que muchas de las definiciones de medios de enseñanza no satisfacen las expectativas del proceso pedagógico al no considerarse por un lado, junto a la comunicación, la actividad y por otro la personalidad del que aprende. A. Porto, propone la siguiente definición: "Medio es todo aquel componente material o materializado del proceso pedagógico que en función del método sirve para:

1. Construir las representaciones de las relaciones esenciales forma-contenido, es decir, el significado y sentido de los conocimientos y habilidades adquiridas que expresa el objetivo.
2. Motivar y activar las relaciones sujeto-objeto, sujeto-objeto-sujeto, o sujeto-sujeto, así como la internalización y externalización de contenidos y acciones individuales o conjuntas presentes en tal proceso pedagógico.

Por otra parte tenemos que medio de enseñanza es un material didáctico de todo tipo, desde el gráfico o maqueta más elemental hasta los medios audiovisuales más sofisticados, hasta la última generación de cerebros electrónicos al servicio de la enseñanza. [Gimeno1991]

Estos conceptos relacionan perfectamente técnicas tan sofisticadas como la RA con los medios de enseñanza que tradicionalmente se usan en la formación del profesional.

El medio (*hasta ahora*) por si solo carece de valor dentro del proceso educativo. Como componente de los procesos de enseñanza y aprendizaje realizará diferentes funciones en dependencia de si están en manos del profesor para enseñar a los alumnos o si están en manos de los alumnos para aprender. Por eso se habla de medios de enseñanza y medios de aprendizaje aunque es ya tradicional llamarlos medios de enseñanza (ME).

Propuesta de inserción de la RA en algunas asignaturas.

Centramos la atención en el contexto de la UCI y en el modelo de formación que hemos asumido. La propuesta contiene:

- Una asignatura básica presente en diferentes planes de estudios de los profesionales de Ciencias Técnicas, la Matemática.
- Una asignatura específica de la carrera y que forma parte del tronco común del currículo del Ingeniero en Ciencias Informáticas, Maquinas Computadoras.
- Una asignatura optativa que según nuestro modelo del profesional está enfocada al segundo perfil que se imparte a los estudiantes de la Facultad 5 en el perfil de Entornos Virtuales, Estructura de Datos Espaciales.

Asignatura básica.

En varias asignaturas de la disciplina Matemática se deben desarrollar habilidades como son: **graficar** haciendo representaciones de superficies en R^3 , **interpretar** diferentes situaciones y problemas presentados por ejemplo al observar los cortes en geometría que forman las curvas necesarias para **resolver** infinidad de problemas entre otras. Algunas de estas habilidades a su vez son necesarias para desarrollar la habilidad de **modelar** que es tan importante para este profesional. Para los estudiantes estas son situaciones realmente complicadas y no resulta fácil visualizarlas mentalmente. Normalmente se dota al estudiante de una herramienta informática que apoye estas actividades, como puede ser el uso de determinados asistentes matemáticos los cuales permiten representar en una pantalla, que es plana, objetos de tres dimensiones. Sin embargo la RA brindaría lo que muchos profesores han querido

para lograr un mejor entendimiento de estas complejas situaciones problemáticas, “sacar estos gráficos generados por asistentes matemáticos por fuera de la pantalla de la computadora” [Esteban2005].

Un ejemplo de esto pudiera verse más claramente en los resultados del proyecto de investigación “Realidad Aumentada en la Enseñanza de la Matemática” de la Universidad Eafit, Medellín, Colombia; en el cual teniendo como base pedagógica la Enseñanza para Comprensión, se diseñó un software especializado, que le permite al profesor y a un alumno interactuar y visualizar [Alvarez2003] superficies en 3D generadas por el ordenador, a través de una cámara de video y de unas gafas de Realidad Aumentada sobre una superficie real, permitiendo la comparación del objeto virtual con objetos de la realidad, ver Figura 5a, b, 6a, b, 7a, b; tomadas de [Esteban2005].

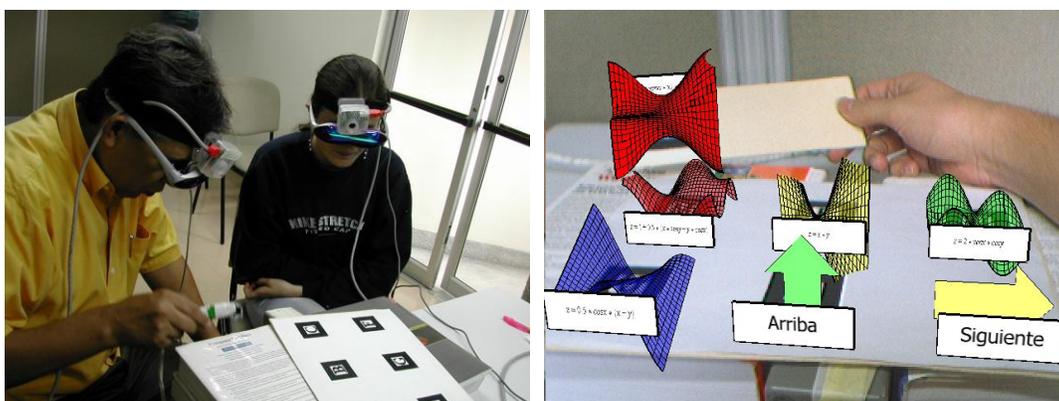


Figura 5a, b – Interacción entre el profesor y un alumno mediada por la herramienta de Realidad Aumentada, para el estudio de diversos conceptos del cálculo en varias variables aplicados a superficies de la forma $z = f(x, y)$.

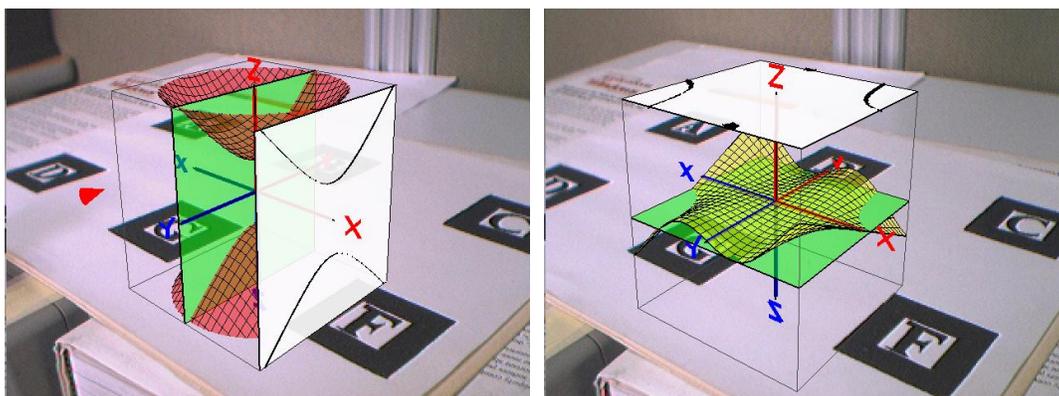


Figura 6a, b – Intersección de planos con superficies y visualización de las trazas que se forman.

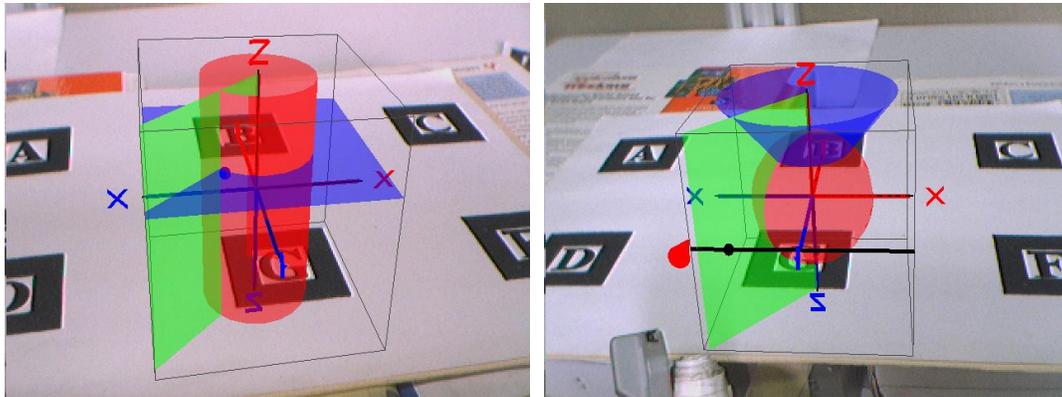


Figura 7a, b – Superficies con las cuales se puede interactuar para comprender los parámetros de las ecuaciones en coordenadas cilíndricas y esféricas.

Asignatura específica de la carrera.

La asignatura “Maquinas Computadoras II” despierta gran expectativa para los estudiantes pues aquí conocen más a fondo los medios de trabajo que utilizarán durante gran parte de sus vidas, las computadoras. El funcionamiento interno de la memoria, del CPU y otras actividades son de vital importancia para comprender las diferentes situaciones que se plantean. Interactuar con estas partes o piezas de la PC pudiera ser un elemento de ineludible relevancia, además de ser sumamente inspirador para los estudiantes, pero las medidas de seguridad para abrir una PC y la falta de estos componentes para que cada uno interactúe atentan contra su proceso formativo en esta asignatura.

Con la ayuda de la RA se puede representar hasta el más mínimo detalle de cada uno de los componentes, mostrar las interacciones con otros dispositivos, el posicionamiento de cada uno en la tarjeta madre y hasta como pudiera ensamblarse una PC dependiendo de las características de cada componente, ver Figura 8a, b.

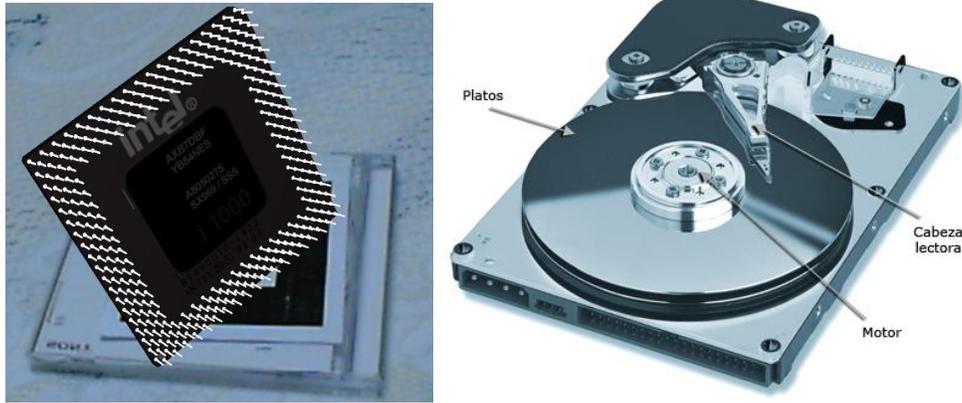


Figura 8a, b – Representación de una microprocesador y un disco duro (HDD).

Asignatura del Perfil de Entornos Virtuales.

La asignatura “Estructura de Datos Espaciales” (EDE) prepara a los estudiantes para enfrentar varios problemas dentro de la Realidad Virtual, es una continuación de la asignatura “Estructura de Datos” que reciben dentro del tronco común de la carrera, pero que se relaciona con datos espaciales. Las EDE se construyen en términos de proximidad en el espacio y promueve habilidades de optimización en el análisis de los datos en el espacio, además de que los estudiantes deben adquirir la visión espacial desde el punto de vista computacional para poder representar objetos muy complejos y actuar sobre las propiedades de estos.

Con el uso de la Realidad Aumentada le daría a nuestros estudiantes la idea de una estructura en su distribución espacial y como se representarían de manera arbórea estos datos. Un ejemplo pudieran ser las estructuras de QuadTree y Octree, este último se muestra en la Figura 9.

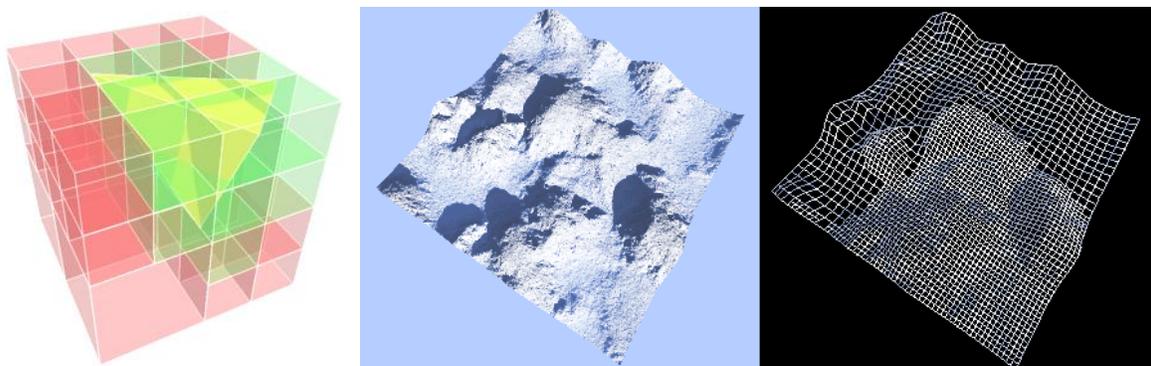


Figura 9 – Representación de un estructura espacial Octree y Quadtree.

Teniendo una visión de la estructura espacial se acercaría más al estudiante a entender mejor sus aplicaciones, motivándolos de sobre manera para el desarrollo de algoritmos de optimización dentro de la computación gráfica que apoyen la generación de productos como los simuladores y los juegos de entretenimiento que son ramas fundamentales dentro del Perfil de Realidad Virtual.

Tecnología imprescindible.

Es clásico que para técnicas tan sofisticadas como las de Realidad Virtual se usen tecnologías de punta que atentan, debido al costo, contra la masividad que demanda la necesaria aplicación de la Realidad Aumentada en la formación de nuestros profesionales. En nuestras investigaciones hemos llegado a la conclusión que no es tan elevado el costo de aplicación si se hace un análisis de las tecnologías que se utilizaron para las aplicaciones explicadas anteriormente.

En la Figura 4 se evidencia que un gran número de soluciones se dan a partir de una Webcam, un dispositivo donde se visualiza el resultado que puede ser la salida estándar de la PC, el Monitor, TV o un proyector y una PC que tiene características modestas y que en el mercado ya están muy por debajo de la media de las PC actuales.

El 100% de nuestras aulas y salones de conferencia cuentan hoy con computadoras de mejores prestaciones que muchas de las que están disponibles en laboratorios docentes de las facultades. Las aplicaciones que se usan para visualizar objetos virtuales en entornos reales a través de una captura por Webcam, llamadas aplicaciones de Realidad Aumentada, requieren un mínimo de recursos para ejecutarse, que es superado aproximadamente por siete de cada diez PCs montadas actualmente en nuestra universidad. Por lo tanto tenemos en nuestras manos la tecnología necesaria para llevar adelante esta idea.

CONCLUSIONES

La Realidad Aumentada se inserta de manera transparente en el proceso formativo de nuestros profesionales, ya sea como un medio de enseñanza más o como una nueva tecnología de la información y las comunicaciones (NTICs). Puede incrementar significativamente las habilidades de los estudiantes tanto en asignaturas básicas, específicas de la carrera informática o del segundo perfil que se fomenta en nuestra universidad. Además de que estimula el interés que tienen nuestros estudiantes por las asignaturas en pos de prepararse mejor, de tener un conocimiento más amplio de la rama que estudian,

de ser mejores profesionales y con un costo mínimo de recursos a la Universidad y al país. Solo nos falta la decisión de los profesores de ponerla en práctica como un potente medio de enseñanza- aprendizaje que le seguirá aportando calidad al proceso de formación de nuestros profesionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[Alvarez2003] N. Alvarez, J. Jaramillo, J. Restrepo, H. Trefftz, P. Esteban. *Augmented Reality for Teaching Multi-Variate Calculus*. En A. M. Vilas, J.A. M. Gonzalez, J. M. Gonzalez (Eds) *Advances in Technology-Based Education: Toward a Knowledge-Based Society*. II International conference on multimedia ICT's in Education, Badajoz, España, Diciembre 3-6 2003, Edición: Junta de Extremadura, Consejería de Education, Volumen I.

[Azuma1997] Azuma, R. A Survey of Augmented Reality. *PRESENCE: Teleoperators and Virtual Environments* 6, 4. Agosto, 1997.

[Esteban2005] Esteban, P. – Restrepo, J. – Trefftz, H. *La realidad aumentada: un espacio para la comprensión de conceptos del cálculo en varias variables*. 4, 5. 2005

[Gimeno1991] Gimeno, J. *Los materiales y la enseñanza*. Cuadernos de Pedagogía. N.º 194, 10-15. 1991

[Vallino1998] Vallino, James R. TESIS Doctoral: *Interactive Augmented Reality*. 8, 3. 1998

[WikiPedia2007] <http://es.wikipedia.org/wiki>. *Framework*. Agosto, 2007.

Anexo 2

Localización de objetos virtuales en el mundo real con técnicas de Realidad Aumentada.

Autores: Mileydi Moreno Mirabal, Ernesto de la Cruz Guevara Ramírez.

Tutor: Lic. Lidiexy Alonso Hernández.

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Julio, 2008

RESUMEN

La facultad 5 de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI) estudia la posibilidad de utilizar la Realidad Aumentada (RA) con el objetivo de ampliar su perfil e iniciar una nueva línea de investigación que apoye los proyectos de su Polo de Realidad Virtual. Su aplicación exitosa, sobre todo en la educación, ha conducido a la realización de estudios para que la Realidad Aumentada pueda formar parte de los procesos formativos de los estudiantes de la UCI. Esta investigación responde a la necesidad de localizar los elementos virtuales en una escena aumentada, con respecto a la cámara real que filma la escena, como punto de partida para la elaboración de un sistema de realidad aumentada. Los autores hacen un estudio para conocer cómo ha evolucionado la RA; se presentan los principales frameworks existentes para desarrollar aplicaciones de RA y algunos algoritmos de tracking que se estudiaron. Se exponen también los dispositivos existentes más importantes, utilizados para hacer aplicaciones de RA y los lenguajes, metodologías y herramientas de desarrollo para elaborar la solución. Se propone una solución para localizar los objetos virtuales, en una escena aumentada con respecto a la cámara, que involucra la utilización de ARToolKit como biblioteca de desarrollo de software para aplicaciones de RA. Finalmente se describe la solución propuesta y se implementa para demostrar su validez, cumpliendo así con el objetivo planteado.

PALABRAS CLAVES: Realidad Aumentada, Realidad Virtual, tracking, localización, elementos virtuales, dispositivo de realidad aumentada.

Problema científico: ¿Cómo mantener localizados espacialmente los objetos virtuales en una escena real filmada con una Webcam, apoyándose en técnicas de Realidad Aumentada?

Objetivo: Localizar espacialmente los objetos virtuales introducidos en una escena real con técnicas de RA.

Tareas de investigación:

- Revisar la bibliografía existente sobre la Realidad Aumentada, para conocer cómo ha evolucionado.
- Analizar los dispositivos usados por los SRA, para seleccionar el más adecuado para la investigación.
- Estudiar los frameworks existentes para los SRA.
- Estudiar los algoritmos de tracking existentes.
- Seleccionar framework a utilizar.
- Analizar formatos para la representación de modelos virtuales 3D.
- Seleccionar lenguajes, metodología y herramientas de desarrollo.
- Elaborar la propuesta de solución.

CONCLUSIONES

Durante la realización de esta tesis la revisión de la bibliografía existente sobre la Realidad Aumentada, permitió a sus autores conocer el estado del arte de esta tecnología y cómo ha evolucionado. El análisis de los principales dispositivos existentes para realizar aplicaciones de Realidad Aumentada, condujo a que se planteara la utilización de un dispositivo de Realidad Aumentada basado en monitor, el cual pudo ser reproducido con los recursos existentes en la Universidad de las Ciencias Informáticas. También se estudiaron diferentes frameworks y algoritmos de tracking, lo cual permitió seleccionar los más adecuados respectivamente. Estos, conjuntamente con los lenguajes de programación, metodología y herramientas de desarrollo utilizadas, permitieron a los autores de este trabajo elaborar una propuesta de solución al problema planteado al inicio de la investigación. Con la implementación de la propuesta a través de una aplicación demostrativa, se pudo comprobar su validez, mostrando a los objetos virtuales localizados con respecto a la cámara real con una precisión milimétrica, lo cual cumple con el objetivo de la investigación.

Anexo 3

Aplicación de Shaders de Relieve a objetos 3D en entornos de Realidad Aumentada.

Autores: Maydelis Romero Naranjo, Julio Antonio Galván Zaldívar.

Tutor: Lic. Lidiexy Alonso Hernández.

Co-tutor: Ing. Jaime González Campistruz

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Julio, 2008

RESUMEN

Dada la insuficiencia de fotorealismo que existe en las escenas de Realidad Aumentada se ha hecho un estudio de las técnicas de gráficos computacionales 3D utilizadas para la creación de Shaders de Relieve con el fin de lograr escenas con un nivel de credulidad que el usuario las pueda confundir con la realidad. Debido a la diversidad de las técnicas de gráficos computacionales 3D que se pueden utilizar, se hizo un análisis de sus características, ventajas y desventajas que estas presentan, las herramientas a utilizar y los lenguajes de programación para implementar las mismas. Un Shader es un conjunto de instrucciones gráficas capaces de brindar efectos a los objetos representados. (Shader). Un Shader de Relieve ofrece una mejor credulidad a los objetos 3D, logrando así una semejanza con el mundo real. Con este trabajo se pretende realizar una investigación con el objetivo de profundizar en el desarrollo de los Shaders de Relieve, utilizando dentro de las técnicas de gráficos computacionales 3D, la más óptima, ya que estas constituyen el eslabón fundamental para ofrecer el realismo necesario a los objetos 3D que actúan en los entornos de Realidad Aumentada.

PALABRAS CLAVES: Fotorealismo, Realidad Aumentada, Realidad Virtual, Shader.

Situación problemática: Falta de realismo en las escenas de Realidad Aumentada, que entorpecen la semejanza de los objetos del entorno virtual con el mundo real y por ende la inmersión de los usuarios en este entorno.

Objetivo: Investigar sobre los Shaders de Relieve y su aplicación en objetos 3D ubicados dentro de las escenas que conforman un entorno de Realidad Aumentada.

Tareas de investigación:

- Analizar los problemas en la RA.
- Resumir las potencialidades de los lenguajes de programación para la creación de Shader.
- Estudiar las técnicas de gráficos computacionales 3D para la aplicación de los Shaders de Relieve.
- Investigar las aplicaciones para trabajar los Shaders.
- Conocer las potencialidades de la tarjeta gráfica a utilizar.

CONCLUSIONES

Para llevar a cabo esta investigación se analizó como desarrollar un Shader de Relieve para que sea aplicado a los objetos 3D que participan de los entornos de Realidad Aumentada. Se analizaron los problemas existentes en la RA llegando a la conclusión, de que la solución para estos es el desarrollo de Shaders de relieve, ofreciendo mayor realismo a sus entornos. Se resumieron las potencialidades de los lenguajes de programación para la creación de Shader, en este caso los lenguajes Cg. y CgFX., fundamentales para la programación con píxel y vertex Shader. En el transcurso de esta investigación se estudiaron las técnicas de gráficos computacionales 3D a utilizar en el desarrollo de Shaders de Relieve, llegando a emplear la técnica Parallax Mapping debido al balance entre todas las características esenciales que nos brinda, siendo la más óptima de estas técnicas.

Para obtener un shader de relieve fue necesario investigar acerca de las herramientas más efectivas para su correcta visualización como el 3D Max, plugins como Collada y oFusion y el Mr. Planet. También se estudiaron las potencialidades de las tarjetas gráficas que permiten visualizar los Shader de Relieve, en este caso las ATI y las NVIDIA. Por tanto se ha cumplido el objetivo del trabajo dando lugar a futuras investigaciones y a la realización y desarrollo de estos Shaders, resolviendo con esto el principal problema que presentan los entornos de RA.

Anexo 4

Interacción entre elementos virtuales a través de los estándares XML y X3D.

Autores: Fabienny Pérez Martínez, Mario Orlando Romero Rodríguez.

Tutor: Lic. Lidiexy Alonso Hernández.

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Julio, 2008

RESUMEN

La expansión de Internet ha revelado a los desarrolladores un nuevo campo para la creación de Entornos Virtuales (EV), los cuales mediante múltiples aplicaciones científicas y tecnológicas han devenido en sofisticadas formas de comunicación entre el usuario y la máquina. Estos entornos se desarrollan principalmente en simuladores y juegos, que inicialmente eran presentados solo como aplicaciones de escritorio y en la actualidad su principal objetivo está encaminado hacia su presencia en la Web. Este trabajo se propone como objetivo fundamental lograr un comportamiento adecuado en tiempo real de los elementos que interactúan en un Entorno Virtual Web. Para ello se realizó un análisis del estado del arte a nivel mundial, un estudio de los estándares más utilizados para la creación de escenas 3D en la Web y para la persistencia de las características de los elementos virtuales, además de los lenguajes y las tecnologías que permiten la integración del entorno con la página Web de manera eficiente. Como resultado de la investigación se propone el uso de los estándares X3D para modelar las escenas 3D y XML como contenedor de datos, además del uso integrado de las tecnologías DOM, AJAX y Ajax3D, para lograr que los elementos presentes en la escena se relacionen a través de sus principales características e influyan en el comportamiento de los mismos.

PALABRAS CLAVES: Entornos Virtuales Web, X3D, XML.

Problema científico: ¿Cómo lograr una correcta descripción de los datos en tiempo real, que refleje de manera eficiente el comportamiento de los elementos en los Entornos Virtuales sobre la Web?

Objetivo: Describir el comportamiento en tiempo real de los elementos que conforman los entornos virtuales Web, a través de los estándares XML y X3D.

Tareas de investigación:

- Determinar las tendencias en el desarrollo de los Entornos Virtuales en la actualidad.
- Caracterizar el estándar XML como contenedor de datos.
- Describir los estándares más utilizados mundialmente para la creación de mundos virtuales en la Web.
- Caracterizar las tecnologías que permiten la descripción del comportamiento de los elementos en un Entorno Virtual.
- Describir las tecnologías que posibilitan la interacción en tiempo real entre los elementos del Entorno Virtual en la Web.
- Desarrollar un ejemplo que describa el comportamiento de los elementos en tiempo real de manera eficiente dentro de un Entorno Virtual Web.

CONCLUSIONES

Para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, se realizó primeramente un estudio de las tendencias en cuanto al desarrollo de los Entornos Virtuales en la Web, principalmente lo relacionado a lograr la interacción y el comportamiento eficiente de los objetos en la escena. Se analizaron los estándares más usados para la creación de Entornos Virtuales y para el almacenamiento de las características de los elementos de la escena, así como, los lenguajes, técnicas y tecnologías para integrar los componentes necesarios para lograr la creación de estas aplicaciones.

La integración de las tecnologías descritas, el uso de las funcionalidades que proporciona X3D para la creación de Entornos Virtuales Web, las facilidades que aporta trabajar con datos contenidos en ficheros XML, complementado con el uso de Ajax para permitir la interacción en tiempo real entre los elementos del entorno aportando mayor eficiencia a las aplicaciones, demuestra que la inclusión de la Realidad Virtual en la Web posibilita un desarrollo ilimitado para las futuras aplicaciones en cualquier esfera de la sociedad.

A partir de esta investigación se propone una solución factible, apoyada en la realización de un ejemplo básico que demuestra cómo utilizar las diferentes herramientas recomendadas para lograr una aplicación eficiente que represente Entornos Virtuales en la Web.

Anexo 5

Interacción de secuencias de animaciones de la Realidad Aumentada.

Autores: Loiret González Pompa, Yoleidy Socorro Álvarez.

Tutor: Lic. Lidiexy Alonso Hernández.

Trabajo de Diploma para optar por el título de Ingeniero en Ciencias Informáticas.

Julio, 2008

RESUMEN

Actualmente la informática es una ciencia que evoluciona constantemente y trae consigo el surgimiento y desarrollo de nuevos campos que ayudan a aumentar los potenciales de esta ciencia, así es el caso de la Realidad Aumentada que surge como la técnica que enriquece los entornos reales aportándole objetos virtuales por lo que muestra un grado de avance con respecto a la Realidad Virtual.

La Realidad Aumentada muestra una forma de relacionar el mundo real con el virtual, este último puede estar formado por objetos modelados en 3D a los cuales le son incorporados animaciones con el objetivo de que muestren mayor nivel de realismo. El objetivo de este trabajo es desarrollar una investigación donde se describa como puede ser modelada una interacción de una secuencia de animaciones en un entorno de Realidad Aumentada.

En el transcurso de la investigación se abordan los conceptos más importantes relacionados con la Realidad Aumentada, la Realidad Virtual, las animaciones ya sean sus principios, tipos y técnicas usadas para modelar un objeto animado. Además se destaca la importancia de aplicar los métodos de interpolación para mejorar las transiciones en el movimiento.

Como resultado de esta investigación se describe una propuesta de solución con el propósito de ayudar al entendimiento de cómo manipular el comportamiento de objetos virtuales animados para luego ser integrados a la biblioteca ARToolkit para de esta forma visualizar la Realidad Aumentada.

PALABRAS CLAVES: Realidad Aumentada, animación, interpolación, interacción.

Problema científico: ¿Cómo aplicar un modelo de interacción a las secuencias de animaciones en la Realidad Aumentada?

Objetivo: Describir cómo interactúan las secuencias de animaciones en los entornos de Realidad Aumentada.

Tareas de investigación:

- Analizar las técnicas de animación y los métodos de interpolación.
- Analizar los elementos referentes a la Interacción de Objetos virtuales en la Realidad Aumentada.
- Identificar los métodos de interpolación y definir cuál va a ser aplicado a la secuencias de animaciones.
- Realizar una propuesta de solución sobre la interacción de una secuencia de animaciones en la Realidad Aumentada.

CONCLUSIONES

En el transcurso de esta investigación para darle cumplimiento a los objetivos trazados se realizó un estudio de las diferentes técnicas de animación que pueden ser aplicadas con el propósito de obtener mayor realismo en los entornos animados, seguidamente se relacionaron distintos métodos de interpolación que son aplicados para obtener mejor fluidez en los cambios de movimientos de los objetos. Se analizaron tres de las bibliotecas más utilizadas actualmente en el desarrollo de aplicaciones de Realidad Aumentada y se realizó un balance entre los formatos gráficos que pueden almacenar objetos con animaciones predeterminadas, con el propósito de escoger el que más se adapte a la propuesta.

El aporte fundamental de este trabajo es la descripción de una sucesión de pasos a seguir para desarrollar una interacción entre una secuencia de animaciones en la Realidad Aumentada.

Anexo 6

La Web 2.0 al servicio de la Realidad Virtual.

Ing. Dayren Martínez Sousa, Lic. Lidiexy Alonso Hernández.

Informática 2009, ISBN: 978-959-286-010-0.

RESUMEN

La Internet ha experimentado una amplia difusión que ha traído a la luz un nuevo campo para la creación de Entornos Virtuales. Hoy se estudia profundamente e incluso ya con resultados palpables, la posibilidad real de crear entornos tridimensionales sobre la plataforma web, sólo realizable hasta hace muy poco como una aplicación de escritorio.

Este artículo es la síntesis de una investigación cuyo objetivo primordial apunta a la propuesta de las técnicas de la web 2.0 que permitan el desarrollo de un Entorno Virtual Web. En este sentido, se analiza la evolución que han mostrado las aplicaciones web, se realiza además un estudio de los estándares más utilizados para la creación de escenas 3D en la Web y las tecnologías que permiten la integración del entorno con la página Web de manera eficiente.

Como resultado de la investigación se propone el uso del estándar X3D para modelar las escenas 3D y además el uso integrado de las tecnologías DOM, AJAX y Ajax3D, para lograr que los elementos presentes en la escena se relacionen a través de sus principales características y cada uno por separado, influya en el comportamiento del resto.

PALABRAS CLAVES: Web 2.0, Realidad Virtual, AJAX, X3D, Ajax3D.

INTRODUCCIÓN

El acelerado desarrollo que ha tenido la red de redes en los últimos tiempos, ha impuesto un medio de comunicación en el que el acceso a la información se realiza de manera sencilla y rápida. La información se maneja en lo habitual, acompañada de imágenes bidimensionales y se aloja mayormente en las páginas web que tan familiares resultan ya a todos.

No obstante, el mundo que nos rodea tal como lo vemos es tridimensional y por tanto, al insertar los elementos del "mundo" real en la Web y contando por supuesto con sólo dos dimensiones, se pierde parte de la información que describe este entorno; de ahí la necesidad de traer a la escena una tercera dimensión que permita dar la sensación de verdadero realismo. Se está llegando entonces a la necesidad de llevar la Realidad Virtual a la plataforma web.

METODOLOGÍA

Los aspectos fundamentales que dan pie a la investigación se centran en las técnicas de AJAX dentro de la Web 2.0 y además, los formatos de la Realidad Virtual para la web en general. Estos elementos serán analizados para enriquecer el estudio de Ajax3D como la alternativa buscada y resultado principal de este trabajo.

La era 2.0 como expresión de evolución en las aplicaciones web

Desde hace algún tiempo el uso de la web se redujo al interés personal de los usuarios, el comercio electrónico y las actividades comunicativas entre las personas alrededor del mundo. La Web 2.0 ha revolucionado estos preceptos, se trata de un cambio de actitud y una reconfiguración ideológica de la organización y uso de la web.

La Web 2.0 es la representación de la evolución de las aplicaciones tradicionales hacia aplicaciones web enfocadas al usuario final, es una actitud y no precisamente una tecnología, es la transición que se ha dado de aplicaciones tradicionales hacia aplicaciones que generen colaboración y servicios que reemplacen las aplicaciones de escritorio.

Tecnologías que dan sustento a las aplicaciones web 2.0

La Web 2.0 no es un procedimiento o esquema a seguir para estar a tono con ella. No obstante, el trabajo de los desarrolladores debe evolucionar simultáneamente a este proceso de renovación de la Web. Debido a esto, se muestran a continuación algunas tecnologías que están siendo utilizadas actualmente y que buscan un mayor acercamiento a las aplicaciones web 2.0:

- CSS (Cascading Style Sheets) para la separación de diseño y contenido.
- RSS (Really Simple Syndication) para la sindicación y agregación de contenidos.

- SSO (Single Sign – On), Registro y Federación de Identidad como procedimientos de autenticación, autorización y seguridad en el acceso.
- SOAP (Simple Object Access Protocol) y REST (Representational State Transfer) para los servicios web.
- JAVA WEB START, FLEX, LASZLO y FLASH como clientes ricos ligeros que echan a un lado el HTML (HyperText Markup Language).
- AJAX (Asynchronous JavaScript + XML) para la creación de aplicaciones con alta interactividad, basada en la comunicación asíncrona con el servidor.
- JAVASCRIPT, RUBY, PHP y otros lenguajes de script.

JavaScript + XML asíncronos

De todas las tecnologías que se han mencionado, AJAX es un punto clave para esta investigación. La posibilidad real de su utilización se remonta a 1999, cuando es publicado por Microsoft el Internet Explorer en su versión 5 y conjuntamente un objeto llamado XMLHttpRequest. Sin embargo, solo desde hace algún tiempo AJAX se ha convertido en la palabra de primer orden para los desarrolladores de aplicaciones web. Muchas personas escuchan sobre el tema, pero apenas unos pocos conocen verdaderamente las particularidades que encierra y dónde se localiza la información necesaria para documentarse al respecto. Pero como ya se explicaba, AJAX no es precisamente una tecnología nueva, sino la combinación de varias tecnologías ya existentes.

En el modelo tradicional para la creación de aplicaciones Web, la mayoría de las acciones que el usuario realiza sobre la interfaz, desencadenan un llamado HTTP al servidor web. Este último lleva a cabo el procesamiento y retorna al cliente una página HTML con los resultados.

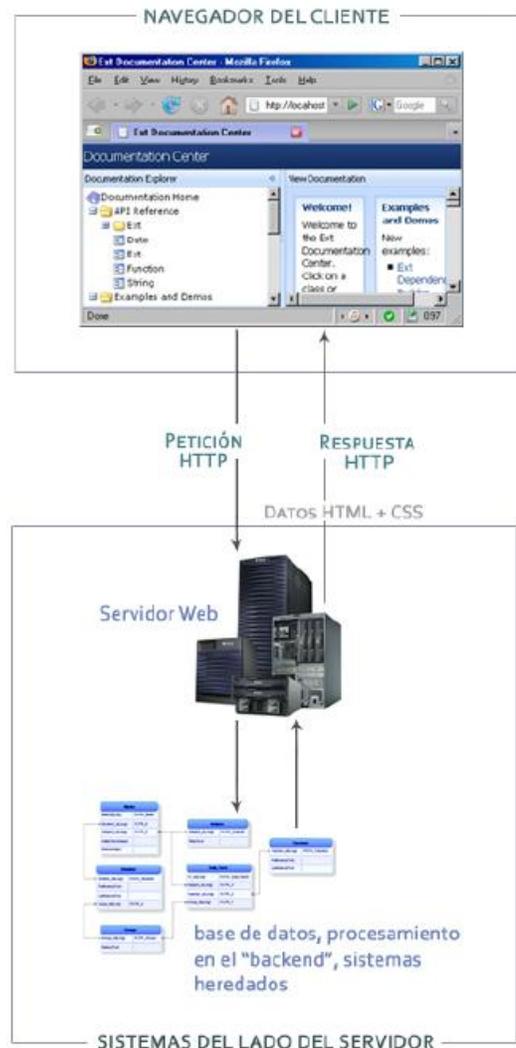


Figura. 1: Modelo tradicional para aplicaciones Web

Sin embargo, tal como se ha representado en la figura 2, una aplicación AJAX elimina el principio de “pedido - espera” que rige las aplicaciones web tradicionales con la introducción de un motor AJAX que funciona como intermediario entre el usuario y el servidor.

Una vez iniciada una sesión, el navegador carga dicho motor y este es el encargado de visualizar la interfaz del usuario y el responsable de establecer la comunicación asincrónica con el servidor. Los pedidos al servidor, se ejecutan asincrónicamente en un segundo plano, evitando afectar la interacción del usuario con la aplicación.

El uso de AJAX dota a las aplicaciones web de mayor interactividad y facilidad de manejo por parte del usuario. A través de la recuperación asíncrona de datos, logra reducir el tiempo de espera del usuario y el tamaño de la información intercambiada. Además, es fiel representante del código público y facilita la portabilidad de las aplicaciones entre plataformas, aspectos que lo hacen muy atractivo para los desarrolladores.

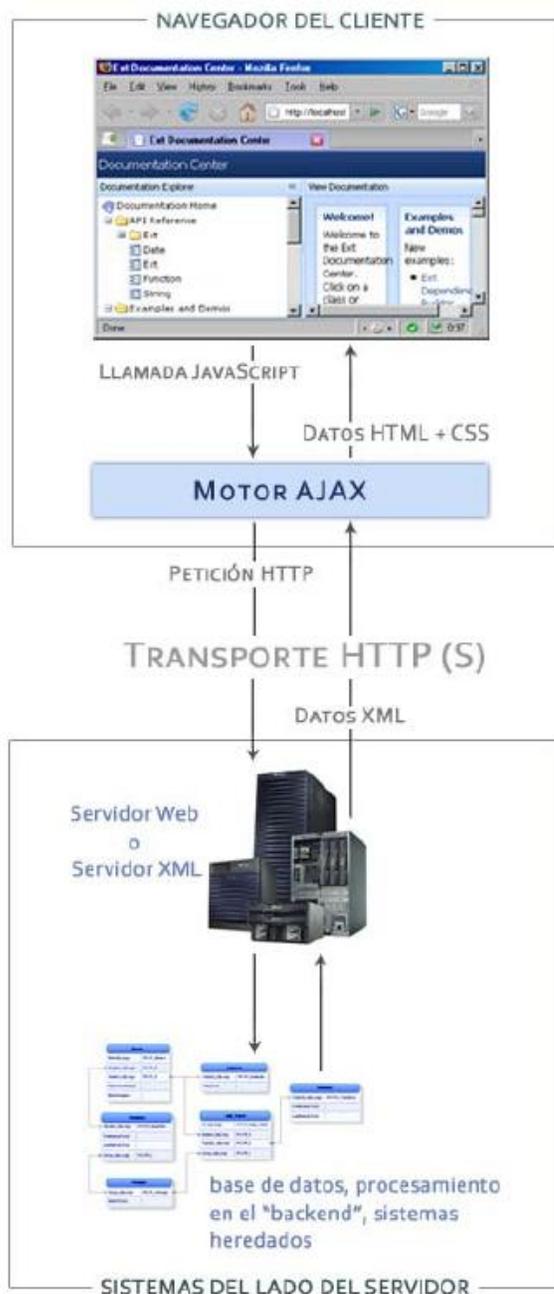


Figura. 2: Modelo de las aplicaciones AJAX

AJAX puede ser invocado en Firefox (todas las versiones), Internet Explorer (4.0 y superior), Apple Safari (1.2 y superior), Konqueror, Netscape (7.1 y superior), y el Opera (7.6 y superior). Por lo tanto, la mayoría de los navegadores ampliamente utilizados disponen de los medios para el manejo de AJAX y sus respectivas tecnologías [1].

Se está hablando de una técnica de desarrollo Web para crear aplicaciones altamente interactivas que se ejecutan en el cliente, es decir, en el navegador del usuario, y mantiene comunicación asíncrona con el servidor. De esta forma, es posible realizar cambios sobre la misma página sin necesidad de recargarla, lo que significa un aumento de la velocidad y usabilidad.

A pesar de que las técnicas para comunicaciones asincrónicas con servidores existen hace años, lo novedoso en AJAX es el uso prominente de estas técnicas en aplicaciones reales para cambiar el modelo fundamental de la interacción en la red.

El uso de estas técnicas ya está guiado por patrones, conocidos como “patrones de diseño para aplicaciones AJAX”, compendio de patrones que ayuda a crear arquitecturas AJAX de alta calidad, modernizar el funcionamiento de las aplicaciones Web, mejorar la experiencia del usuario y de manera general; muestran las mejores prácticas que permiten perfeccionar los proyectos de desarrollo Web.

La Realidad Virtual sobre la plataforma web

Totalmente evidente es la evolución que están teniendo las aplicaciones web, tanto como indudable es la necesidad de llevar los entornos virtuales a esta plataforma. Se trata de universos reales o en su totalidad imaginarios representados a través de la World Wide Web (WWW), permitiendo la accesibilidad simultánea de varios usuarios.

La comunidad de desarrolladores está viendo hoy cómo las aplicaciones web recuperan el terreno que por décadas perteneció sólo a las aplicaciones de escritorio. Así, cada día se desarrollan nuevas herramientas que permitan representar con mayor eficiencia los elementos virtuales en internet. La meta actual es desarrollar herramientas que respondan a estas tendencias; llevar los gráficos 2D e incluso 3D a la plataforma web, un campo poco incursionado por los gráficos tradicionales.

Estándares de desarrollo de entornos virtuales para aplicaciones web

Desde inicios de la década de '90 se están trabajando los gráficos en tres dimensiones sobre la plataforma web, apreciándose una demanda sustancial de ancho de banda y recursos gráficos por parte de la computadora del usuario. Este elemento consiguió hacer poco accesibles estos ambientes. Sin embargo, los gráficos fueron perfeccionándose paralelamente al progreso tecnológico y el trabajo investigativo – experimental de los desarrolladores.

Tras el cambio a un nuevo siglo, se estima que el ancho de banda cubre las necesidades que solicitaban los gráficos 3D, así como la tecnología da pasos acelerados en su desarrollo. Sentadas las bases, renacen sólidos propósitos para posicionar los gráficos 3D en la web. De esta manera, las tecnologías no propietarias más conocidas en la actualidad, destinadas a la creación y presentación de universos tridimensionales a través de internet son: Lenguaje para Modelado de Realidad Virtual (VRML) y 3D Extensible (X3D).

Lenguaje para modelado de Realidad Virtual

En el año 1994, el VRML Consortium crea el estándar VRML (Virtual Reality Modeling Language). Este fue el primer estándar para la creación, distribución y representación de elementos tridimensionales a través de Internet, incluso reconocido oficialmente por la ISO (International Organization for Standardization).

VRML surge en su primera versión con la finalidad principal de representar mundos 3D estáticos y con la posibilidad de visualización para un solo usuario. Pero el logro alcanzado no cubrió las expectativas, pues no permitía la animación de objetos y por tanto, tampoco su manipulación. Esto significa que el usuario de estos entornos virtuales se convierte en un espectador pasivo, cuyas opciones no van más allá de un paseo por el mundo. De modo que se trata de un estándar no extensible, un aspecto desfavorable para VRML.

VRML fue diseñado para cumplir con los siguientes requerimientos básicos: [2]

- **Autoría**
Habilitar la posibilidad del desarrollo de programas para crear, editar y mantener archivos VRML, además de programas para la importación y exportación del formato VRML a otros formatos gráficos tridimensionales.
- **Composición**
Aportar la capacidad de utilizar, combinar y reutilizar objetos dinámicos tridimensionales dentro de un mismo mundo VRML.
- **Extensión**
Incorporar la capacidad de crear nuevos tipos de objetos no definidos específicamente como parte de VRML.

- **Capacidad de Implementación**

Abrir la posibilidad de que sea implementado en una amplia variedad de sistemas presentes en el mercado.

- **Desempeño**

Resaltar la importancia del funcionamiento interactivo en una amplia variedad de plataformas existentes.

- **Escalabilidad**

Permitir la creación de mundos tridimensionales de cualquier tamaño.

Como se muestra en la figura 3, VRML permite representar objetos y mundos tridimensionales de manera interactiva, tanto en Internet como en Intranets y sistemas locales. Los mundos creados con VRML pueden transmitirse y relacionarse entre sí a través del WWW y su visualización se realiza mediante algún navegador VRML que se conecta con el navegador WWW a través de un API (Application Program Interface).



Figura. 3: Modelo de aplicaciones que usan VRML

Con la meta fundamental de proporcionar mayores funcionalidades, se desarrolla el estándar X3D algunos años más tarde. Este estándar se basa en el trabajo desarrollado por el VRML97 y aclara aquellas zonas que no se han cubierto por la especificación en el transcurso de los años. De manera que, teniendo como antecedente las bases propuestas por VRML, X3D brinda una mayor flexibilidad.

3D Extensible

En general, X3D surge como una ampliación de VRML que permite emplear XML para la modelación de escenas tridimensionales en tiempo real. Se trata de un estándar abierto, un formato de archivo 3D que da la posibilidad de crear e incluso transmitir datos de entornos en tres dimensiones entre distintas aplicaciones, especialmente aplicaciones en red.

X3D es un estándar extensible que puede ser soportado fácilmente por herramientas de creación, navegadores y otras aplicaciones 3D, ya sea para importar o exportar [3].

Desde el punto de vista de la compatibilidad entre un formato y el otro; X3D reconoce los archivos VRML, en cambio un visualizador de VRML no logra interpretar un archivo creado en X3D, debido a que este último emplea el estándar XML como sintaxis para su formato de archivo.

La especificación X3D es el producto de una serie de variaciones que eliminan las deficiencias de su antecesor. Estas modificaciones aportan ventajas significativas, algunas de las cuales se destacan a continuación:

- X3D tiene una única interfaz de programación de aplicaciones unificada (API).
- X3D da soporte para múltiples codificaciones de archivos: VRML97, XML y binario comprimido.
- X3D emplea una arquitectura modular para dar una mayor extensibilidad y flexibilidad.
- X3D se agrupa por componentes que pueden ser usados por las implementaciones para una plataforma definida o un mercado concreto.
- X3D también incluye el concepto de perfiles, una colección predefinida de componentes empleados generalmente en ciertas aplicaciones, plataformas, o en escenarios, por ejemplo el intercambio geométrico entre herramientas de diseño.

- X3D permite tener un soporte particular para cada necesidad. El mecanismo de componentes X3D también permite a las empresas implementar sus propias extensiones de acuerdo a un riguroso grupo de reglas.

Con todo esto, se propone ya el uso de este estándar para la construcción de entornos virtuales Web y que se contribuya a que sea continuamente mejorada y actualizada la especificación -puesto que su estructura basada en componentes permite su actualización de forma periódica-, así como induir nuevas características que se adapten a la evolución de los gráficos en general.

Finalizando, se puede asegurar que X3D es la próxima generación del estándar abierto para la Web. Por tanto, se cuenta con dos poderosas herramientas que la evolución de las aplicaciones web ha puesto a merced de los desarrolladores: AJAX y X3D. La pregunta es... ¿Qué sucedería si se combinara el alto rendimiento de AJAX con el indudable poder de X3D?

Ajax3D

Creada en el año 2006, Ajax3D hace alusión a una técnica cuyo objetivo principal de centra en impulsar el desarrollo de aplicaciones web con entornos tridimensionales virtuales -en línea-, usando evidentemente: AJAX + X3D.

De forma muy breve, una aplicación Ajax3D es un programa alojado en el navegador Web que hace uso del DOM para manipular los contenidos de páginas Web en respuesta a los cambios en la escena 3D, pero al mismo tiempo emplea el SAI para el acceso en tiempo real a la escena 3D, así como los métodos asíncronos de petición de servicios para almacenar y recuperar datos en respuesta a los cambios en una escena 3D.

La propuesta de Ajax3D es la integración de dos modelos de programación: DOM y SAI. Como es conocido, el DOM define un modelo para los programas que interactúan con un documento web y por su parte SAI, permite a los programas el control de escenas en X3D. Como en la página Web se ejecuta código Java Script, el cual puede interactuar con ambos modelos simultáneamente, se logra la integración de los tradicionales elementos 2D que ya se venían incorporando en páginas Web, con mundos 3D inimaginables sobre esta plataforma.

¿Qué se necesita entonces para poder crear aplicaciones con las potencialidades que brinda Ajax3D? La respuesta es simple: adicionar un complemento (plug-in) X3D al navegador Web con el que se esté trabajando.

Resumiendo, dado que X3D es una especificación abierta, existe la posibilidad de que un desarrollador pueda crear aplicaciones tridimensionales y en tiempo real a través de la red. Paralelamente, AJAX ha marcado una pauta de gran significado en la evolución que han experimentado las aplicaciones web y al mezclar estas dos tecnologías, Ajax3D pone a nuestro servicio una plataforma abierta para crear una próxima generación de la Web tridimensional que siempre soñamos.

Así, nada raro resultará para el usuario interactuar con mundos virtuales inmersivos desplegados dentro de un navegador Web. Se está hablando entonces del desarrollo inminente de aplicaciones industriales con alto valor desde el punto de vista productivo y del impacto visual.

CONCLUSIONES

Tras concluida esta investigación, se arriba a las conclusiones siguientes:

- Las aplicaciones web han tenido un desarrollo vertiginoso que les ha permitido tomar partido del terreno que por décadas perteneció sólo a las aplicaciones de escritorio.
- AJAX no es una tecnología, sino la combinación de muchas tecnologías ya existentes que usadas eficientemente hacen posible la creación de aplicaciones web de alto rendimiento.
- X3D es un estándar extensible con muchas características tentativas para los desarrolladores, lo que lo convierte en el futuro de la Realidad Virtual Web.
- Ajax3D está dirigido a facilitar el trabajo de los programadores integrando varias tecnologías para explotar al máximo las posibilidades de representar eficientemente la Realidad Virtual en la Web.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Babin, L. y Gilmore, J., *Beginning AJAX with PHP from novice to professional*. New York, 2007.
2. Jiménez Macías, E., *Escenarios virtuales WEB3D: Simulación con VRML, JAVA3D y X3D*. 2004.
<http://www.ingegraf.es/pdf/titulos/COMUNICACIONES%20ACEPTADAS/RV17.pdf>
3. Capaceti Rubí, J., *Lenguajes para Realidad Virtual en la web*.
<http://www.innovatecno.com/Vrml.php>

Anexo 7

Ámbito de Redes para Videos en Línea.

Lic. Lidiexy Alonso Hernández, Ing. Dayren Martinez Sousa.

Pendiente a publicación, propuesta para FORDES 2009.

RESUMEN

En la presente investigación se aborda el amplio crecimiento que ha manifestado el uso del video en la plataforma Web, teniendo en cuenta el marcado carácter colaborativo que esta última ha adoptado desde hace ya algún tiempo. Se reflexiona además sobre la importancia del empleo de la conexión inalámbrica como camino para las redes del futuro y paralelamente, se estudia el flujo de video en la Realidad Aumentada, con la intención de proponer una arquitectura de redes por capas de servicios robusta, basada en el protocolo de Internet versión 6 (IPv6), que permita el soporte de entornos de Realidad Aumentada en línea con fines formativos. Se hace énfasis así en aquellas aplicaciones que accedida desde cualquier dispositivo móvil con conexión a Internet, se convierta en el punto de partida para los sistemas personalizables de enseñanza.

INTRODUCCIÓN

Con el crecimiento social de Internet como filosofía para almacenar, intercambiar y potenciar el conocimiento colectivo, ha emergido la necesidad de optimizar los servicios que se brindan en las aplicaciones Web. Desde el surgimiento de la Web 2.0, el audio y el video sobre la red de redes se ha hecho más y más imprescindible para la denominada “Generación de las Redes”. Los individuos nacidos después de la década del ‘80, no conocieron un mundo sin Internet y actualmente no gustan de esperar por la carga de ningún documento, imagen, ni contenido digital alguno. Se les ha antojado tener todo a la vuelta de un dick [WINDHAM 2007], pero la tarea difícil le llega a los desarrolladores de aplicaciones, estándares y nuevas tecnologías para que permitan llevar estos contenidos a velocidades cercanas al tiempo real.

El uso del video en las aplicaciones Web constituye una razón fundamental para muchas tecnologías como la Realidad Aumentada (en lo sucesivo RA), con la cual podemos visualizar objetos virtuales dentro de un entorno real, grabado en tiempo real. Por tal motivo, es objetivo principal de esta investigación

proponer tecnologías, estándares y protocolos para una arquitectura de redes que permita una transmisión eficiente de los flujos de video en línea.

Este trabajo se sitúa dentro de una investigación más amplia donde se desarrollarán escenas de RA para su uso más conocido actualmente; la formación, pero que esta vez da un paso posterior, llevando el proceso de enseñanza al ámbito colectivo y colaborativo que se crea en los entornos de aprendizaje en línea.

VIDEOS EN LÍNEA

Una de las tendencias que tuvo lugar claramente desde finales del 2008, fue el uso del video en línea desde cualquier dispositivo que se pudiera conectar a Internet. La frase anterior marcada en cursiva, obliga a los proveedores a potenciar las redes inalámbricas, pues esta tecnología se apodera cada día más de la preferencia de la sociedad. Estudios realizados por especialistas de la rama se muestran a continuación donde se evidencia el crecimiento del tiempo y la cantidad de flujos de videos usados entre los meses de febrero y marzo del año 2009. (Ver Tabla 1)

Uso aproximado de los flujos de video en línea				
	<i>U/M</i>	<i>feb-09</i>	<i>mar-09</i>	<i>dif. porcentual</i>
<i>Espectadores simples</i>	<i># de personas</i>	127 613	130 075	1,9%
<i>Total de flujos</i>	<i># de flujos</i>	8 897 943	9 672 341	8,7%
<i>Flujos por espectador</i>	<i>flujos/personas</i>	69,7	74,4	6,7%
<i>Tiempo mínimo por espectador</i>	<i>Minutos</i>	169,3	190,7	12,6%

Tabla 1. Uso aproximado de los flujos de video en línea. *Tomado de Nielsen Online y VideoCensus.*

Es de destacar cómo se incrementa en un solo mes en un 12,6%, el tiempo mínimo que emplea un usuario (espectador) consumiendo los flujos de video que están a su disposición. Se considera importante señalar a modo de conclusión parcial, que el uso del video en línea promete comportarse de manera ascendente en los próximos años, encaminando las investigaciones hacia el consumo y optimización de este recurso para aplicaciones de mayor envergadura social y carácter colaborativo.

FLUJO DE VIDEO EN LA REALIDAD AUMENTADA

La Realidad Aumentada “es una variación de los Ambientes Virtuales o Realidad Virtual (RV) como se conoce más comúnmente. La Realidad Virtual sumerge al usuario dentro de un ambiente sintético

(generado por la computadora). Mientras está inmerso, el usuario no puede ver el mundo real alrededor de él. En contraste, la Realidad Aumentada le permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos sobre el mundo real, o compuestos con él.”[AZUMA 1997].

Esta superposición de lo real y lo virtual es posible mediante la captura en tiempo real de imágenes consecutivas con una cámara. En la Figura 1 se representa un ejemplo que sigue el proceso para mostrar objetos virtuales, mediante la captura de marcadores que se encuentran en el mundo real, a los cuales se les han asignado objetos generados por computadora para un propósito específico. Todo el proceso se mantiene constante para la gran mayoría de los sistemas de RA. Estas aplicaciones se encargan de tomar la señal de una cámara, conectada a la red o directamente a la computadora, que enfoca la imagen donde se colocan marcadores o patrones conocidos, que tienen asociados objetos virtuales. Estos últimos pasan por las transformaciones necesarias para ser colocados en la posición donde se registre el patrón, lo que da como resultado una mezcla entre la imagen real que se captura y el objeto asociado al patrón. (Ver Figura 2) Con esto se pueden mezclar además, varias técnicas actuales para adicionar efectos y animaciones que garantizan la ilusión de coherencia entre ambos entornos para el usuario.

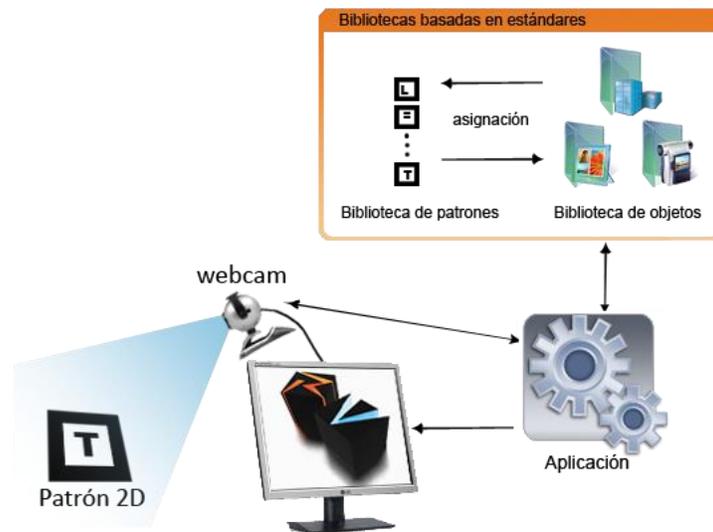


Figura 2. Representación del proceso de captura y visualización 3D asociada al patrón.

Aunque en la representación anterior se muestra una webcam para la captura, se puede utilizar cualquier dispositivo que pueda transmitir flujos de video a través de la red. Esta característica la tienen

las nuevas tecnologías en el mercado y la presente investigación pretende aprovechar todo este potencial para su desarrollo.

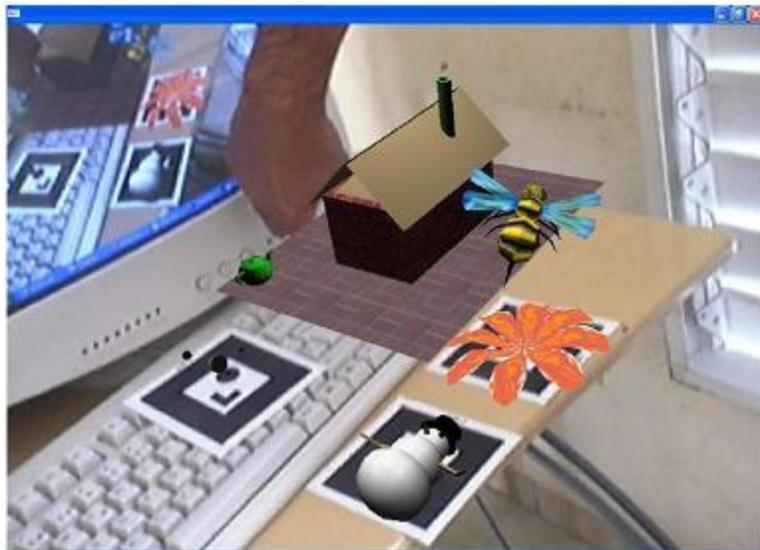


Figura 2. Ejemplo del proceso de captura y visualización 3D asociada a varios patrones.

Se pretende entonces que el crecimiento exponencial que se evidencia actualmente en el consumo de los flujos de video en línea y las potencialidades de integración de las técnicas de RA a la red de redes, den paso a una arquitectura compleja para el uso de estas bondades con un objetivo superior.

ARQUITECTURA CON FINES FORMATIVOS

Muchos de los usos que tienen los flujos de video descritos en la Tabla 1 son enfocados al consumo de materiales para el entretenimiento y la televisión. Désele la oportunidad al usuario de tener un conjunto de aplicaciones que le provoque otro tipo de beneficios y concentrarán su atención en su ampliación y desarrollo.

La formación ha sido una de las áreas de aplicación de la RA desde sus inicios, pero pocas son las herramientas que brindan su uso sobre Internet, para una comunidad más extensa y colaborativa. Pero si se analiza la arquitectura de redes y las demandas de ancho de banda para un servicio formativo de calidad integrado a la RA, pudiera encontrarse con interrogantes que hoy en día dan los primeros pasos por romper la dicotomía entre lo cotidiano y lo revolucionario, hablamos de los protocolos de internet versión 4 y la novedosa versión 6, IPv4 e IPv6 respectivamente.

Suponiendo que la integración de la RA en el proceso formativo se logra implementar dentro de entornos de aprendizaje alojados en Internet y el recurso crítico es el flujo de video en tiempo real que debe transmitir y recibir cada internauta, entonces se debería pensar en una arquitectura organizada y robusta que lo soporte.

Consecuentemente se propone una arquitectura por capas de servicios que se muestra en la Figura 3, que parte desde la captación de los flujos de video de cualquier dispositivo, la compresión, análisis, grabación y codificación que se llevan a cabo en los servidores de medias, hasta los procesos de gestión necesarios, pasando evidentemente por la presentación según la aplicación que se consume, dentro de las que puede encontrarse la formación en línea con uso de técnicas de RA.

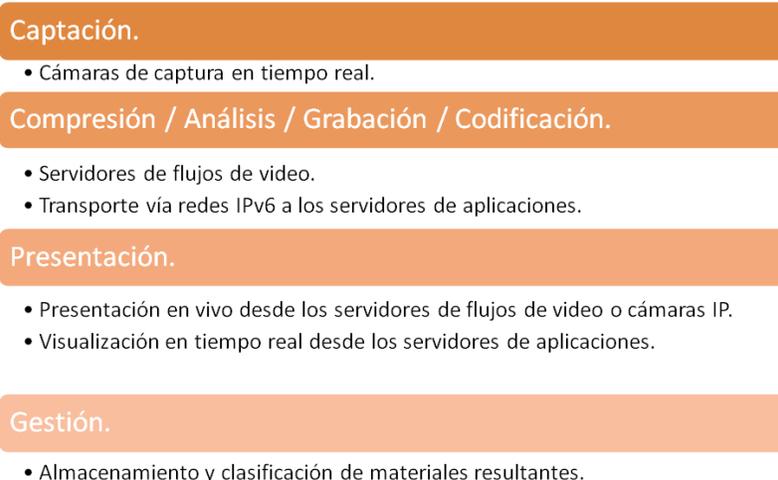


Figura 3. Arquitectura por capas de servicios que se transmiten a través de las redes.

Se muestra a continuación una propuesta del ámbito de redes que debe aparecer en situaciones de amplia difusión del servicio que se menciona a finales del párrafo anterior, donde se grafican en detalles las capas propuestas.

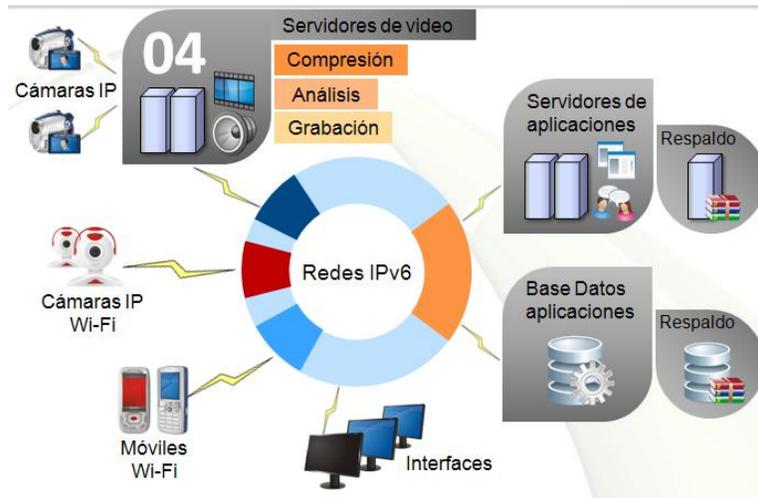


Figura 4. Mapa conceptual de los servicios de compresión, análisis, grabación y codificación de video a través de las redes.

Describiendo la figura anterior para su mejor entendimiento; a la izquierda se tiene un conjunto de dispositivos para la captura de video en tiempo real, que pueden estar conectados directamente a la red, como las cámaras IP con tecnología inalámbrica, o acoplados a servidores de video donde ocurren los cuatro (04) procesos fundamentales mencionados en la Figura 3: compresión, análisis, grabación y codificación. Esto no quiere decir que los anteriores no induyan algún proceso de los mencionados, sino que en su construcción se tuvo en cuenta la codificación de los flujos de video que se intercambian con los proveedores. A la derecha aparecen los servidores de aplicaciones y de bases de datos que se encargan de adquirir los flujos de video emitidos desde los servidores de video o dispositivos independientes para procesar la información y generar una respuesta para cada cliente o interfaz conectada a la red. Se debe señalar que las bases de datos pudieran tener adicionalmente la tarea de almacenar y respaldar los flujos de video. Existen además un conjunto de interfaces para conectarse a las aplicaciones que permitirán el seguimiento y control de los resultados a modo de gestión y/o administración, además de otras que simplemente permanecerán como receptores pasivos de la información. Queda solamente indicar el medio de comunicación que se representa en el centro de la imagen, determinado en este caso por las redes IPv6, la cuales serán abordadas más adelante.

Con esta gráfica se puede comprobar además el uso intensivo que tienen las transmisiones de información a través de la red para brindar un servicio como el propuesto y otros que se devengan con la aplicación de esta misma filosofía. Pero es de señalar cómo los autores plasman la determinación de

uso del protocolo IPv6 y está dada sencillamente por las bondades que brinda para un crecimiento amplio del consumo de un servicio como este.

PREDICCIONES PARA ANALIZAR

No es una utopía que cada día son más los usuarios que tienen acceso a Internet o usan la telefonía celular, dispositivos GPS, PDAs y otros que integran toda una gama de dispositivos que convierten las actuales “computadoras personales” en antiguos “mainframe”. Por tanto estos dispositivos en indetenible desarrollo serán los que prevalecerán en el mercado dentro de los próximos 10 años. Basta sentarse unos minutos en la red de redes y buscar la visión futura de las grandes compañías de tecnologías y software para el 2019.

Dentro del campo de la RA hay varias predicciones que realizan instituciones y universidades punteras en el análisis del cambio de las tecnologías de la información. Un ejemplo de estas predicciones fue hecha por Gartner⁶, donde se plantea que “para el 2014, cerca de un 30% de los móviles que poseen los trabajadores en el mundo usarán la Realidad Aumentada”. Pero la que se considera más ambiciosa fue la elaborada por el proyecto, Pew Internet⁷ de la Universidad de Elon, en el estudio realizado en el 2008 donde se efectuó una encuesta que recogía la opinión de 1196 individuos dentro de los que había 578 expertos en los temas de tecnologías de la información y RA. La predicción plantea:

Muchas vidas han sido afectadas por el uso de la realidad aumentada o se han agotado interactuando en los espacios artificiales. En el 2020, los mundos virtuales, entornos paralelos (espejos) y la realidad aumentada son formatos populares en la red, gracias a la evolución de la naturaleza en las interfaces intuitivas y el cubrimiento de la información personalizada. Para estar completamente conectado, las organizaciones avanzadas y los individuos deben estar presentes en el “metauniverso” y/o la “geoWeb”. Gran parte de los usuarios mejores equipados en internet, pasarán una parte importante de sus horas activas, en el trabajo o el ocio, fundamentalmente vinculados con los mundos reales aumentados o los entornos paralelos. Este estilo de vida involucra una transición perfectamente integrada entre la realidad artificial, la realidad virtual y el estatus que formalmente llamamos “vida real”. [PROJECT 2008]

⁶ Gartner, S.A. es un proyecto de investigación de tecnología de la información y de firma consultiva con sede en Stamford, Connecticut. Creada en 1979 y fue conocida como el Grupo Gartner hasta 2001. <http://www.gartner.com>

⁷ El proyecto de investigación “Pew Internet and American Life Project” <http://www.pewinternet.org/> perteneciente a la “Elon University School of Communications”. <http://www.elon.edu/communications>

Los resultados de la encuesta mencionada están descritos en la Tabla 2 que se presenta a continuación y refleja que más del 50% de los individuos consideran que se llegará a considerar el uso de la RA como una parte importante de nuestras vidas en el futuro.

Reacciones demandas a la predicción		
	<i>% de Compiladas (1196)</i>	<i>% de expertos (578)</i>
<i>Mayormente de acuerdo</i>	56%	55%
<i>Mayormente en desacuerdo</i>	31%	30%
<i>No respondieron</i>	13%	15%

Tabla 2. Resultados de la encuesta realizada en pos de avalar la predicción.

No obstante, ese crecimiento de tecnologías per cápita y uso intensivo de Internet solo podrá soportarse teniendo a cada uno de esos dispositivos completamente localizado en la red de redes a través de un identificador único que hoy llamamos “número IP o direcciones IP”. Esta es la razón fundamental por la cual los autores proponen el uso de la nueva versión seis del protocolo de Internet: IPv6.

PROTOCOLO IPv6

Hace aproximadamente 20 años hasta hoy, que Internet ha estado basada en el protocolo IPv4. Esta asignación de direcciones de IP se encuentra limitada y existen estimaciones de que la dirección de IPv4 sea agotada algún día entre 2010 y 2012. La transición a IPv6 está siendo ofrecida como la respuesta a este problema. [KLIMOVICH 2009]

Por tanto no se tendrá que esperar 10 años, como se hacía referencia anteriormente, para llegar a esta situación. Se debe comenzar a pensar todas nuestras soluciones con soporte para IPv6, módulos de seguridad, accesos a servicios de noticias, entre otras que hoy se convierten en algo cotidiano en las aplicaciones colaborativas colocadas sobre la red de redes.

Si bien con el actual protocolo IPv4 hemos alcanzado espacios de direccionamiento con un tamaño correspondiente a 2^{32} , que equivalen a unas 4 294 967 296 direcciones estas se agotan aceleradamente y por tanto se planteaba incrementar de 32 a 48 bits con la nueva IPv6, quizás hasta 64 bits para poder duplicar las expectativas actuales, sin embargo, IPv6 fue mucho más allá, dio un paso agigantado a los

128 bits. Ni más ni menos que 16 octetos de bits (16 bytes de 8 bits) o $3,4 \cdot 10^{38}$ direcciones, sorprendiendo a muchos con el marcado incremental. [KOZIEROK 2005]

El tamaño ahora puede parecer un problema a la hora de trabajar con direcciones IP convencionales, aunque es realmente simple, pero lo que sí se ha logrado es identificar única y exclusivamente a cada dispositivo que se encuentra actualmente en nuestro planeta y con seguridad los que puedan aparecer en los próximos años.

IPv6 brinda básicamente los mismos servicios que IPv4 pero sin algunas limitaciones claves. En resumen existen cinco diferencias principales entre ambos protocolos [KLIMOVICH 2009]:

- Direccionamiento y enrutamiento.
- Seguridad.
- Traducción de las direcciones de red.
- Carga de trabajo administrativa.
- Soporte para dispositivos móviles.

Una de las diferencias que más se valora para esta investigación es específicamente la 5ta, pues “las aplicaciones de aprendizaje en línea integradas a la Realidad Aumentada, abrirán paso a los sistemas personalizados de enseñanza, basado en las redes sociales de conocimiento, la colaboración y en el alcance inmediato de la información desde cualquier rincón *conectado*”. [ADAMS 2008]

Los dispositivos móviles avanzan rápidamente en una era tecnológica de disímiles cambios y en el ámbito de redes presentado en la Figura 4, se le da una importancia marcada a ellos, pues pretenden ser más abarcadores en los servicios que brindarán a los usuarios, ya presentes en la llamada tercera generación o 3G. Nokia por ejemplo, uno de los grandes de las tecnologías móviles, propone desde el año 2003 conectar a sus usuarios punto a punto (peer-to-peer), para servicios multimedios sobre IP (IMS por sus siglas en inglés) más fácilmente a través de IPv6. [HAMALAINEN 2003]

Según declaraciones del Director en Jefe de Mercadotecnia (CMO) de Tiscali International Network (TINet), mayoritario proveedor de redes en Europa, EE.UU y parte de Asia, las compañías de telecomunicaciones no deben adquirir equipos activos de redes que no estén preparados para IPv6. Incitando a todos los proveedores de servicios de Internet para realizar un plan de transición eficiente

hacia este protocolo, con la predicción de que la red de redes correrá sobre IPv6 para una fecha cercana al 2020. [KLIMOVICH 2009]

Si se relacionan los planteamientos descritos en la presente investigación, las predicciones que se han realizado sobre el futuro de la RA y las relacionadas con el nuevo protocolo de Internet, se apunta claramente hacia una completa disponibilidad de estas tecnologías y servicios para finales del 2019. Se puede decir entonces que diseñar e implementar aplicaciones que involucren estas temáticas transitarán, al parecer, por el camino correcto.

PROTOCOLOS Y EL FLUJO DE VIDEO

Dentro de los protocolos de comunicación existentes, prevalecen algunos como los ideales para la transmisión de flujos de información en tiempo real, especialmente flujos de audio y video, denominados:

- El protocolo de transporte en tiempo real (RTP).
- El protocolo de flujos en tiempo real (RTSP).

RTP especifica una estructura de paquetes que llevan datos de audio y video. Está documentado en la RFC 1889 y presenta las siguientes características:

- Los paquetes son encapsulados en segmentos de la capa UDP, siglas de Protocolo de Datagrama de Usuario (en inglés User Datagram Protocol).
- Es interoperable en aplicaciones sobre internet que se comunican a través de RTP, ejemplo, la telefonía.
- Se ejecuta en aplicaciones finales.
- La estructura del paquete provee la siguiente información:
 - Identificación del tipo de codificación.
 - Número de secuencia.
 - Marca de tiempo.
- El control de los paquetes es encargado al protocolo de control RTCP.

Por su parte la RFC 2326 documenta el protocolo RTSP como una aplicación a nivel de protocolo para el establecimiento y control de la entrega de datos con características de tiempo real. Proporciona un

marco extensible para permitir el control de datos entregados a petición, en tiempo real, como audio y vídeo. Dentro de las características fundamentales se encuentran:

- Las fuentes de los flujos de datos pueden ser adquiridos en vivo o como resultado del consumo de archivos almacenados.
- Controla múltiples sesiones de entrega de datos, garantizando un medio para la selección del canal de distribución como puede ser UDP, UDP multimodo, TCP e incluso la selección de mecanismos basados sobre RTP.
- Actúa como un mando a distancia mediante la red para servidores multimedia.
- Su sintaxis y operaciones son similares al protocolo HTTP, pero funciona para audio y vídeo.
- Utiliza URL como en HTTP.
- A diferencia de HTTP, en RTSP tanto servidores como clientes pueden realizar peticiones.
- Está implementado para funcionar sobre plataformas de sistemas operativos múltiples permitiendo la interoperabilidad de clientes y servidores de distintos fabricantes.

Este protocolo se emplea en conjunto con SDP, siglas de Protocolo de Descripción de Sesión (en inglés, Session Description Protocol), que es el encargado de proporcionar información sobre la sesión: número de flujos, tipo de contenido, duración, ancho de banda y otros. [AMATRIAIN 2007] Para mejor entendimiento del escenario donde se transmiten los flujos de video, la Figura 5, muestra las capas de protocolos donde se intercambia información entre aplicaciones, clientes y servidores.

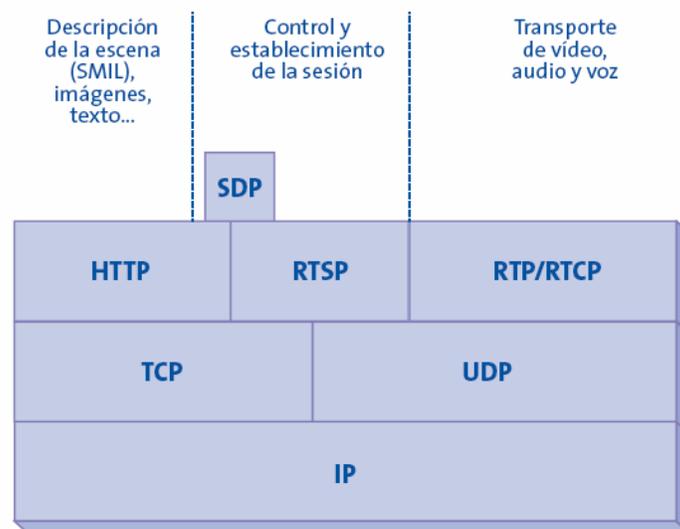


Figura 5. Escenario de un flujo de video. Tomado de [AMATRIAIN 2007]

De esta manera se describen brevemente los protocolos fundamentales que se relacionan con los flujos de datos, en especial video y audio que forman parte importante de la RA y que consecuentemente se acercan mucho más a las aplicaciones basadas en la Web colaborativa y social, considerado un factor fundamental para el surgimiento de nuevas tecnologías de aprendizaje en línea.

CONCLUSIONES

Las conclusiones a las que se arribaron a lo largo de esta investigación son las siguientes:

- El consumo del video en línea se comporta de manera ascendente desde hace varios años, lo que apunta a una intensificación de su uso en el futuro cercano.
- Los flujos de video son parte importante de la RA y estos se pueden integrar fácilmente con aplicaciones Web sobre Internet.
- La aplicación fundamental de la RA está en los procesos de formación, por tanto se propone una arquitectura de servicios que consuma los flujos de video de la RA para la formación en línea.
- La visión futura que proponen algunas de las grandes compañías de tecnologías y software tiene dentro de sus prioridades a la RA y a las redes IPv6, lo cual nos indica un camino para el desarrollo de aplicaciones donde estén presentes estos elementos.
- El incremento en el tamaño de direcciones de las redes IPv6 posibilitan identificar a cualquier dispositivo existente, lo que favorece el intercambio de grandes volúmenes de datos dentro de ambientes colaborativos.
- Los protocolos más indicados para la transmisión de flujos de video en tiempo real son el RTP y RTSP, los cuales se deben tener en cuenta a la hora de implementar cualquier solución que use la RA sobre Internet.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Adams, M. (2008). The Ten Most Important Emerging Technologies For Humanity., Truth Publishing.
2. Amatriain, J. G. (2007). IPTV. Protocolos empleados y QoS. 4-6

3. Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. Teleoperators and Virtual Environments.
4. Hamalainen, J. (2003). IPv6 Enabling Peer-to-Peer IMS Services. Global IPv6 Summit, San Diego, CA.
5. Klimovich, R. (2009). Demystifying IPv6. IP Business. <http://www.ipbusinessmag.com>.
6. Kozierok, C. M. (2005). The TCP/IP Guide.
7. Project, P. I. (2008). The 2008 Survey. The Evolution of Augmented Reality and Virtual Reality., Elon University School of Communications.
8. Windham, C. (2007). Educating the Net Generation. University Graduate School Colloquium, NC State.