



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGISTER EN TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN Y
PRÁCTICA DOCENTE

“ELABORACION DE OBJETOS DE APRENDIZAJE
BASADOS EN REALIDAD AUMENTADA PARA LA
ENSEÑANZA DE TECNICAS DE CONSTRUCCIONES
EN HORMIGON PARA LA FACULTAD DE
ARQUITECTURA DE LA PUCE”

NOMBRE

PABLO JARAMILLO FIGUEROA

DIRECTOR: FRANCISCO RODRÍGUEZ

QUITO, 2014

DEDICATORIA

Agradezco a Dios por su paciencia conmigo. Todos y cada uno de los días de mi vida me da tareas que hacer, esta fue una de ellas es imposible fallarle.

A mi madre y su ejemplo, desde que vi la luz nunca descanso de trabajar.

A mi esposa e hijos .

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	2
INDICE DE ILUSTRACIONES	4
CAPITULO I: TIC APLICADAS A LA EDUCACIÓN	6
1.1 LAS TIC APLICADAS A LA EDUCACION	6
1.1.1 Introducción.....	6
1.1.2 Tipos de tecnologías educativas	7
1.1.3 TIC aplicadas a la educación superior	11
1.1.4 Prospectiva de tic y educacion: principales herramientas para educación en un horizonte de tres años	17
1.2 OBJETOS DE APRENDIZAJE	20
1.2.1 DEFINICIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE	20
1.2.2 TIPOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE.....	21
1.2.3 REPOSITORIOS COMPARTIDOS	22
1.3 SELECCIÓN DE UNA ESTRATEGIA PARA INSERCIÓN DE TIC EN LA ARQUITECTURA	22
CAPITULO II: REALIDAD AUMENTADA	24
2.1 REALIDAD AUMENTADA	24
2.2 CARACTERÍSTICAS DE REALIDAD AUMENTADA	26
2.2.1 Generación casi inmediata de objetos de aprendizaje	26
2.2.2 Experiencias contextualizadas.....	26
2.2.3 Integración Teoría Práctica.....	26
2.2.4 Facilidad para la Investigación en campo	27
2.3 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA	27
2.4 PRINCIPALES APLICACIONES	29
2.5 EJEMPLOS DE APLICACIONES DE RA EN ARQUITECTURA	30
CAPÍTULO 3: TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA.....	32
3.1 TIC en la carrera de Arquitectura -PUCE.....	32
3.1.1 Estructura inicial de la carrera de arquitectura de la PUCE.....	34
3.1.2 Cambios en la Carrera de Arquitectura	34

3.2	DIAGNÓSTICO: MATERIA CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN.....	38
3.2.1	CONTENIDOS “CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN”	39
3.2.3	RESULTADOS DE APRENDIZAJE.....	42
3.3	Estrategias Didácticas con Realidad Aumentada.....	42
3.4	Aplicación de RA a la Materia Construcciones en Hormigón.....	43
CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN RA PARA LA MATERIA DE “CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN”		50
4.1	IMPLEMENTACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA.....	50
4.2	APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS CON R.A.	50
4.3	DESARROLLO DE CONTENIDOS CON R.A.	51
4.3.1	Diseño de Realidad Aumentada empleando Aumentaty	53
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		65
5.1	CONCLUSIONES	65
BIBLIOGRAFÍA		67

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1:	Relación Sociedad y Tecnologías	12
Ilustración 2:	Herramientas y niveles de educación.....	15
Ilustración 3:	Internet de banda ancha en las universidades (MINTEL, 2011).....	15
Ilustración 4:	Imagen de realidad aumentada.....	20
Ilustración 5:	Esquema de uso de un repositorio digital	22
Ilustración 6:	Realidad aumentada en la ciencia ficción	24
Ilustración 7:	Esquema de un sistema de realidad aumentada	28
Ilustración 8:	Realidad aumentada aplicando telemetría.....	31
Ilustración 9:	Maqueta de diseño de columnas para la Facultad de Arquitectura de la PUCE	31
Ilustración 10:	Estructura orgánico funcional de TIC en la PUCE	32
Ilustración 11:	Sistema conceptual y las interacciones que se utilizaran para el aprendizaje con RA... ..	47
Ilustración 12:	Maqueta de la PUCE realizada a través de tecnología RA	51
Ilustración 13:	Ejemplo de modelado en 3D con Blender.....	52
Ilustración 14:	Ejemplo de Modelado en 3D "123Catch"	53
Ilustración 15:	Interfaces de Aumentaty Author	54
Ilustración 16:	Ejemplo de recuperación de Modelo 3D en Aumentaty	55
Ilustración 17:	Captura de marcadores para asociación de modelos 3D en Aumentaty.....	56

Ilustración 18: Ejemplo de ejecución de Aumentaty.....	56
Ilustración 19: Rotación de figura 3D	57
Ilustración 20: Acercamiento (Zoom) de figura.....	57
Ilustración 21: Traslado de figura	57
Ilustración 22: Reconocimiento de patrones simultáneos	58
Ilustración 23: Generación de modelos 3D en marcadores simultáneos	58
Ilustración 24: Exportación de archivos a "Viewer"	59
Ilustración 25: Proyecto y archivos ejecutables con RA	59
Ilustración 26: Pantalla inicial de Aumentaty Viewer.....	60
Ilustración 27: Configuración de cámara en el "Viewer" de Aumentaty	60
Ilustración 28: Imagen con RA de PUCE Nayón.....	61
Ilustración 29: Vista N-S del Campus PUCE.....	61
Ilustración 30: Coliseo PUCE con RA	62
Ilustración 31: Plinto de hormigón en RA	62
Ilustración 32: Diagrama de bloques para plataforma educativa de Arquitectura (Suazo Navia, 2008)	63
Ilustración 33: Aplicación de RA en Plataforma educativa (Suazo Navia, 2008)	64

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de personas según el uso de las TIC	13
Tabla 2: Oportunidades y riesgos de las TIC en la educación superior	16
Tabla 3: Comparativa de herramientas para educación.....	23
Tabla 4: FODA de TIC aplicadas en la PUCE.....	33
Tabla 5: FODA de las TIC en la FADA de la PUCE.....	37
Tabla 6: Tabla de contenidos teórico-prácticos de la materia CeH.....	40
Tabla 7: Estrategias de evaluación de la materia "Construcciones en hormigón"	40
Tabla 8: Estrategias didácticas tradicionalmente aplicadas en la cátedra de CeH	41
Tabla 9: Unidad de análisis - CeH	45
Tabla 10: Modelo de integración de saberes	45
Tabla 11: Propuesta de aprendizaje.....	46

CAPITULO I: TIC APLICADAS A LA EDUCACIÓN

En el presente capítulo se expone de manera general, las principales definiciones y conceptos de las Tecnologías de Información y Comunicación enfocadas o aplicadas en la Educación.

1.1 LAS TIC APLICADAS A LA EDUCACION

1.1.1 Introducción

Las Tecnologías de la información y la comunicación – TIC han desencadenado un amplio conjunto de cambios dentro de la sociedad, ya que han establecido nuevas formas de comunicación al crear canales y un sinnúmero de símbolos¹ a disposición de las personas.

Las TIC son aplicaciones de índoles diversas: desde el entretenimiento hasta simulaciones virtuales, pasando por espacios de comunicación, redes sociales, gestores ofimáticos, herramientas colaborativas y mucho más. Tienen su origen en la integración sinérgica de tres ramas técnicas: la informática, la electrónica y las telecomunicaciones. La informática que comprende el desarrollo de aplicaciones, programas y software en diversos lenguajes de programación (Joomla o Java, por ejemplo) y para cualquier sistema operativo (Windows, Linux, o Android) con el propósito de suplir una necesidad específica; la electrónica como la rama encargada de controlar la electricidad a través de materiales semiconductores, los mismos que tienen cada vez potencialidades más específicas, provocando que la electrónica haya evolucionado en la microelectrónica cuyo objetivo es crear dispositivos más pequeños, convergentes y con mayores capacidades, y finalmente las telecomunicaciones que crean los medios y protocolos para que la información viaje de manera óptima a grandes distancias.

Al ser las TIC el producto sinérgico de estas tres ramas técnicas, cualquier avance o evolución en cualquiera de ellas impacta directamente en el avance de los resultados finales. Más allá de la influencia de las grandes corporaciones, el carácter abierto de las TIC ha generado que actualmente, en el campo de la informática, las aplicaciones no dependan más de corporaciones de software sino que un sinnúmero de programadores independientes lanzan a diario al mercado aplicaciones propietarias o gratuitas, en especial para dispositivos móviles como celulares o teléfonos inteligentes, en este escenario la disposición de programas para usuario final es virtualmente infinita.

Por otro lado los avances en nanotecnología permiten que la microelectrónica cree terminales más pequeños y más potentes, el teléfono móvil ha dejado hace tiempo de tener como objetivo

¹ Nos referimos a iconografías, iniciales, memes, que se crean en foros, wikis o similares y cuyo uso se hace común al propagarse entre los usuarios de forma viral.

principal las llamadas de voz, ahora es una herramienta multicanal de interacción con las personas, con el medio y con la información, grandes volúmenes de mensajes, fotos, textos y videos son subidos directamente a la red cada minuto que pasa.

Finalmente los nuevos polímeros y la creación y mejoramiento de la fibra óptica permite que inmensas cantidades de información se transmitan de forma inmediata, así como los nuevos protocolos (WIFI, WIMAX² y similares) de codificación de información han incrementado la confiabilidad y capacidad de entrega de aplicaciones en el acceso inalámbrico hacia internet.

Todo este panorama de constante evolución en distintos ámbitos tiene como consecuencia la aparición de servicios e iniciativas creativos e innovadores que impactan en la sociedad y cuyo uso se hace masivo, la aparición de Twitter o Facebook son claros ejemplos de iniciativas que en plazos cortos se colocaron en el imaginario social como aplicativos de uso común y casi imprescindibles para todas las personas con acceso a internet.

Algunos autores llaman a los servicios con las características (aparición rápida e inmediato uso masivo) de estos últimos ejemplos, como *tecnologías disruptivas*, ya que irrumpen en la sociedad y cambian, desde su aparición, el escenario en que se desenvuelven, este tipo de tecnologías son las que complejizan el poder predecir el futuro de las TIC ya que no se puede determinar cómo ni cuando saldrá a la luz el siguiente gran boom para los usuarios.

Por supuesto, las TIC tienen una clara aplicación en la educación, sin embargo, a diferencia del uso común que se da a nivel de la comunicación y la información, la integración de las TIC a la enseñanza-aprendizaje necesariamente requiere de un mediador y de una intencionalidad bien definida, de manera que la TIC seleccionada genere un impacto real y provoque resultados del aprendizaje, de forma que no sea sencillamente el uso del aparataje tecnológico por sí mismo, ya que en este campo es muy común confundir el medio con el fin.

El educador debe ser capaz de identificar una tecnología que al mismo tiempo que aporta a lo que se desea enseñar, tenga también posibilidades de adaptarse y evolucionar, así como los objetivos y los contenidos de las cátedras cambian y se dinamizan junto con la profundidad con que las disciplinas y profesiones avanzan junto a la sociedad.

1.1.2 Tipos de tecnologías educativas

Básicamente, las tecnologías educativas podrían definirse como aquellos dispositivos o aplicaciones cuyo uso se ha masificado en los procesos de enseñanza aprendizaje, hasta hace poco tiempo el proyector y las presentaciones con diapositivas eran una novedad dentro del aula, mientras que ahora son elementos ampliamente utilizados para el ejercicio docente, por

² WIFI y WIMAX son protocolos de comunicación inalámbrica, el uno aplicado a zonas de alcance media como campus universitarios, y el otro a extensiones amplias como ciudades respectivamente.

supuesto el estar a la vanguardia en equipamiento y aplicaciones, no asegura de por sí el éxito de una propuesta con uso de tecnologías.

Las tecnologías educativas pueden clasificarse de distintas formas, desde la compatibilidad: multiplataforma o plataforma única, desde el licenciamiento: open source³ o privadas, o desde el acceso: web o por instalación (standalone). Para este trabajo de investigación se considerarán solamente dos clasificaciones que se utilizarán frecuentemente: desde el uso de la tecnología, y desde su potencialidad.

Desde el uso

Considerando la utilización que se dé a la tecnología educativa podemos clasificar a las mismas de la siguiente forma:

- ***Gestores de presentación***

Es un gestor de presentación todo programa o aplicación que permite crear apoyo multimedial a la exposición del usuario, el programa Power Point del paquete Office de Microsoft es el gestor de presentación más conocido, sin embargo al mismo le han salido competidores similares, con acceso web, un ejemplo bastante difundido es el gestor de diapositivas contenido en la aplicación *Google Drive* de Google.

Como alternativa a estos gestores tradicionales de presentación en base a diapositivas han venido apareciendo ciertas opciones alternativas, una de ellas es el programa web *Prezi* que utiliza el zoom (acercamiento) de manera que las “entradas” y “salidas” (zoom in y zoom out) hacia la imagen presentada substituyen el cambio de diapositivas, toda la presentación se muestra en un plano único multimedial, de forma que las posibilidades creativas se incrementan al permitir una integración sencilla con videos y recursos de la red, así como un conjunto amplio de formatos. Por otro lado, opciones como *SlideShare* que permite hacer presentaciones en la red, o programas para la creación de libros virtuales, podrían colocarse dentro de esta clasificación, como gestores.

La tendencia actual en lo que se refiere a gestores de presentación es la de generar exposiciones que permitan trabajar de manera multimedial (texto, audio y video) y se pueda respaldar y compartir a través de diversos medios, el gestor debe permitir el diseño, desarrollo, respaldo y socialización de la presentación, todo bajo la lógica de la “nube”.⁴

³ El licenciamiento open source es una filosofía que promueve la libre compartición del código fuente de las aplicaciones, no necesariamente es gratis, sin embargo si permite al usuario una vez que tiene el programa adaptarlo directamente a sus necesidades, y bajo ciertas circunstancias incluso compartirlo nuevamente a la comunidad.

⁴ Son servicios en la nube (clouding computing) aquellos que se basan en mantener toda la información y aplicaciones en la red pública, el usuario no graba ni instala nada en su terminal, sino que a través de un enlace

- ***Aplicaciones para administración educativa***

Las aplicaciones para administración educativa solían desarrollarse de manera individual, por ejemplo programas para automatizar los registros de asistencia, o distribuir las aulas y tiempos de uso según los estudiantes existentes por nivel, sin embargo, gracias a la tendencia de converger servicios, la oferta de programas trae ahora soluciones “Todo en uno” las mismas que integran en una sola plataforma todas las necesidades fundamentales de administración de una institución educativa.

Principalmente, estos programas suelen ofrecer los siguientes servicios:

- Inscripción, matrículas y cobros en línea.
- Gestión de asistencia
- Distribución de recursos
- Registros y reportes de calificaciones (Libretas o boletines)
- Portafolios académicos

Las soluciones ofrecidas pueden ser privativas o de software libre, un ejemplo de esto último es la Universidad Oberta de Catalunya – UOC, que a través de trabajo de desarrollo e innovación de software posee ahora una plataforma Moodle que además de cumplir como campus virtual, tiene todos los servicios descritos anteriormente y funciona como una eficiente aplicación de administración educativa.

En general este tipo de aplicaciones dependen de las necesidades institucionales (número de estudiantes, jornadas, diversidad de la oferta académica y otros factores), sus requerimientos y tamaño determinarán si se requieren sencillamente programas ofimáticos para la administración, o si es necesario una plataforma de altas capacidades.

- ***Gestores de objetos de aprendizaje***

Se define como Objeto de aprendizaje a todo elemento que estimula la relación entre el profesor y el estudiante, un objeto de aprendizaje se diferencia de una presentación, es especial porque permite un nivel de interactividad, un objeto de aprendizaje puede ser un formulario, encuesta o prueba en línea, un tutorial paso a paso, videojuegos con fines educativos y un amplio etcétera que se incrementa prácticamente a diario. Dentro de los gestores de objetos de aprendizaje de mayor utilización está la aplicación “*HotPotatoes*” para educación básica y media, así como una cantidad de opciones para crear formularios en línea, tanto de código libre como propietarias, desde los formularios a través de *Google Drive*, hasta aplicaciones avanzadas como *EXE Learning*.

de internet accede a su “espacio” en la nube donde se alojan sus documentos multimediales, e incluso sus aplicaciones, programas y configuraciones.

Una gran ventaja de generar objetos de aprendizaje a través de las tecnologías, es la facilidad de almacenarlos y compartirlos, esto ha dado origen a repositorios donde los profesores colocan sus objetos con la intención de que colegas los reutilicen en su práctica.

Estos repositorios pueden estar abiertos a todas las personas del mundo, dependiendo de: los criterios de los creadores, tanto del espacio de almacenamiento, como de los propietarios de los objetos.

- ***Plataformas educativas***

Son programas que simulan las situaciones y condiciones de un aula tradicional, este tipo de programas permiten que el estudiante y el profesor dispongan de un conjunto de herramientas de aprendizaje a través de internet, a este conjunto se lo llama “Aula virtual”, ya que el programa puede soportar varios espacios o aulas virtuales, es común llamar a estas plataformas “Campus virtuales”.

El Aula Virtual que persigue fines formativos debería contener al menos tres modos de mediación:

- a) Aquel que provee el Tutor, quien además de ser un especialista en el tema o la disciplina ha sido previamente formado para desempeñarse en ese rol.
- b) El que se dispone en el aula, a través de los dispositivos que facilitan y promueven la interacción socio constructiva del conocimiento.
- c) Finalmente, una clase de mediación que es previa y por tanto esencial, nos referimos al procesamiento pedagógico y formativo de los contenidos de modo que el texto escrito sea permeable a las condiciones que requiere la apropiación del saber y la formación personal.

Las plataformas virtuales más conocidas son Moodle y Doceos por el momento, sin embargo las propuestas de capacitación masiva (Massive Open Online Course – MOOC) han hecho una entrada abrupta en el escenario, siendo una de las principales en esta línea, la plataforma EDx.

Vale la pena nombrar la tendencia generalizada de dar cabida a los teléfonos inteligentes en la enseñanza aprendizaje, a través de plataformas diseñadas para el efecto, esta iniciativa conocida como m-learning (Movil Learning, aprendizaje con el móvil) tiene como propósito aprovechar que los estudiantes ya disponen de terminales con conexión a internet y saben cómo utilizarlos, existiendo entonces una base pre-establecida para que el profesor pueda enseñar.

- ***Ambientes virtuales de enseñanza - aprendizaje***

Los ambientes virtuales de enseñanza aprendizaje pueden considerarse una evolución de las plataformas educativas, en este sentido se trata de simular a la perfección lo que se tiene en el aula presencial.

Cada participante asume su personalidad virtual o “Ávatar” la misma que interactúa, mantiene conversaciones, pregunta y “vive” con sus similares dentro de un ambiente que simula un aula real en tres dimensiones, el programa pionero de esta propuesta es Sllodle, pero no es el único, de hecho se han propuesto y se van generando opciones para ambientes virtuales que involucran los hologramas incluso, una experiencia interesante desde el arte y entretenimiento es “Hatsume Miku” una cantante japonesa que alcanzó fama en su país (llena estadios en sus conciertos) siendo una imagen de computador en 3D proyectada por un sistema holográfico.

- ***Cloud Computing – Servicios en la nube***

El Cloud Computing propone que los servicios, aplicaciones y documentos de las personas estén en el internet, ya no es necesario grabar o instalar aplicaciones en un computador, o tener archivos en una memoria USB, una cuenta de acceso a la “nube” (sinónimo del internet) es suficiente para acceder a las aplicaciones, así como a los archivos del usuario.

El Cloud Computing crece en cobertura junto con el acceso a internet de las personas, y está ya al alcance de la mayoría de usuarios a través de aplicaciones gratuitas, como Skydrive de Microsoft o Google Drive, los cuales son básicamente memorias virtuales en la red, con el tiempo se busca que los “perfiles digitales” de las personas estén disponibles a través de la nube. Se entiende como perfil digital al conjunto de programas, aplicaciones, claves, usuarios roles y documentos que cada persona tiene y va adquiriendo al interactuar con las TIC.

1.1.3 TIC aplicadas a la educación superior

Introducción

La tecnología, debe entenderse en sentido amplio, es decir como la aplicación del conocimiento para resolver un problema. Comprendido esto, se puede afirmar que la tecnología ha sido parte de la humanidad en todos sus ciclos, y de hecho es un testimonio histórico de la sociedad y su organización, vale la pena preguntarse entonces: ¿Porqué ahora las tecnologías son más importantes? o ¿Porqué ahora tienen un papel protagónico y significativo?, podemos afirmar que esto se debe a que cierto tipo de tecnologías han logrado condicionar uno de los procesos más significativos y complejos de la especie humana, cambiando sustancialmente o sustituyendo muchos de nuestros hábitos, estamos hablando del proceso de *comunicación*.

Tradicionalmente, la tecnología responde a los requerimientos y necesidades de la sociedad, sin embargo en la actualidad es la tecnología la que propone nuevos usos y aplicaciones, de

cierta forma “crea” necesidades que la sociedad poco a poco va adquiriendo en su imaginario, muestra clara son los teléfonos celulares, los computadores portátiles, las tabletas electrónicas y muchos otros artefactos que vendrán en el futuro y que no han sido producto de un levantamiento de necesidades, sino más bien son ofertados de manera masiva hasta que su amplia consumo las “autovalida” y les da aceptación en la comunidad.

Adicionalmente, y quizás más importante, las tecnologías han creado nuevos espacios de interacción y actividad, los foros virtuales, los blogs y ahora las redes sociales son valiosos en sí mismos ya que sus dinámicas y características rompen distancias y horizontalizan las relaciones entre las personas.

La siguiente figura, esquematiza esta relación “Sociedad – Tecnología” y quiere mostrar como hoy en día estos dos espacios se retroalimentan constantemente.

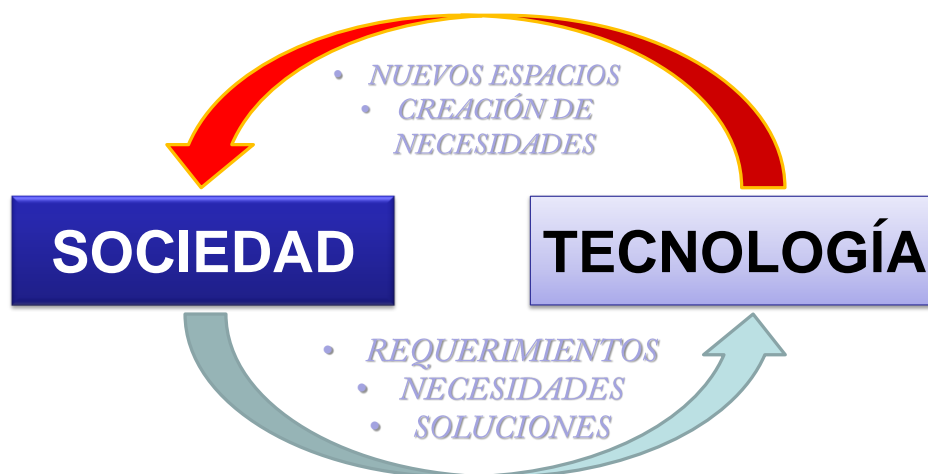


Ilustración 1: Relación Sociedad y Tecnologías

Recapitulando, vale recordar que las tecnologías que se enfocan en la gestión, transmisión y procesamiento de información y facilitan la comunicación son llamadas Tecnologías de la Información y la Comunicación – TIC, las mismas agrupan lo relacionado con nuevos terminales (computadores, terminales inteligentes y similares), redes de altas capacidades (redes inalámbricas, fibra óptica, transmisiones electromagnéticas), así como software que incluye aplicaciones y programas con infinidad de usos, todas estas enfocadas a las relaciones de las personas en diversos niveles y fines.

Varios autores hablan de las “Nuevas” Tecnologías de la Información y la comunicación, para hacer explícito un quiebre entre lo analógico y lo digital, sin embargo ya lo analógico ha entrado en tal desuso que el adjetivo ha venido perdiendo sentido, esto adicional al hecho que el lenguaje binario no se puede asumir como la representación más versátil de la información, o que siempre será lo “nuevo” o lo más reciente. Dicho sea de paso se experimenta actualmente con transmisiones físico químicas, que incluyen manejo de información a través de células orgánicas.

En resumen, existen tecnologías que han logrado alterar nuestra manera de comunicarnos, a estas se las llama TIC, y son transversales al quehacer humano, por supuesto el ámbito de la educación no está ajeno a esta realidad.

TIC y educación superior

Un efecto casi inmediato de las TIC en el campo de la educación es la generación de una nueva “brecha” o clasificación de las personas, esta situación fue descrita por el investigador Marc Prensky, quien definió dos tipos de sujetos con características posturas y requerimientos propios, donde uno de ellos ya tenía establecida una relación con las tecnologías, mientras que los otros debían establecer acciones para alcanzar la misma.

La siguiente tabla describe a los llamados “Nativos” y “Migrantes” digitales.

NATIVOS	MIGRANTES
Nativos jóvenes (00): Tareas en red, recursos multimediales, aprendizaje fuera del aula, multitareas.	Migrantes tardíos(60 hacia atrás): Tecno fobia, visión crítica-pesimista de las TIC, desinterés.
Nativos adultos (90): Uso pleno de las TIC, preferencia de soluciones basadas en TIC sobre soluciones tradicionales, tiempos y agendas apretadas...	Migrantes jóvenes (70-80): Migración obligada, reconocimiento de ventajas y también de problemas, comparación constante con lo anterior, tiempos y agendas apretadas...

Tabla 1: Clasificación de personas según el uso de las TIC

Como puede verse, la clasificación ubica temporalmente a los nativos y migrantes, dependiendo de la década de nacimiento de los mismos, y dentro de cada clasificación se colocan subclasificaciones, más allá de las diferencias dentro de cada clasificación, es evidente la brecha de conocimientos entre nativos y migrantes alrededor de las TIC.

Esta fisura tiene un efecto dentro de la educación, en especial porque actualmente, (y más aún en países como el Ecuador donde las tecnologías de punta llegan siempre con una demora relativamente larga) la mayoría de profesores son migrantes digitales, y los estudiantes, por supuesto, son nativos.

Podemos resumir los efectos educativos de esta situación, de la siguiente forma:

- a) ***Inserción y oferta compleja (Atada a diversos actores con diversas necesidades):*** Los nuevos requerimientos de los estudiantes han establecido nuevas formas de ofertas los servicios educativos, la educación virtual o e-

learning es un claro ejemplo de esta inserción, ya que se adapta a la necesidad de autonomía de tiempo y espacio de los nuevos estudiantes.

- b) **Metodología sobre tecnología.- Nuevas formas de trabajo:** Aún en las clases presenciales tradicionales, no se puede mantener como método único la charla magistral, ahora es normal las presentaciones digitales, sin embargo los estudiantes requieren ir más allá, opciones como los trabajos colaborativos en red, pizarrones inteligentes, encuentros fuera de clase, son posibilidades reales que los profesores deben estar preparados para insertar en su currículo, de hecho esto último es uno de los requerimientos de la normativa educativa vigente del Ecuador.

- c) **Profesores con perfiles más elevados:** Son los profesores los que están obligados a “igualarse” con sus estudiantes en lo relacionado a las tecnologías, el reto es más grande ya que se requiere ir más allá de aprender el uso operativo, sino que es necesario darle significancia y validez dentro de la práctica docente, de ahí que es obligatoria la actualización y capacitación continua, lo que se traduce en perfiles docentes mejores.

- d) **Estudiantes más activos y propositivos:** El centro o núcleo de información ha dejado de ser el profesor dentro de la educación, hace solo décadas, la información era cuasi propiedad del docente, quién la entregaba de manera secuencial y a intervalos a los estudiantes según su propia planificación, actualmente la información está a disposición de los estudiantes desde un teléfono móvil o un computador, esta situación hace de los estudiantes buscadores natos, que casi siempre están dispuestos a cotejar datos, verificar la información o establecer comparaciones de lo que dice el profesor con el conocimiento que se maneja en red, esta característica podría verse como una especie de “inquisición” al profesor, sin embargo si este último está preparado correctamente puede usar el escenario a su favor, siempre y cuando conozca las tendencias actuales de su cátedra, así como tenga capacidad de diagnosticar información y fuentes que usen sus estudiantes.

Estos desafíos son comunes a todos los niveles de aprendizaje, pero tienen mayor énfasis en la educación superior, por razones obvias, sin embargo dentro del gran abanico de aplicaciones que prevén las TIC, existen algunas cuya aplicación tiene mayor énfasis para la educación superior, la siguiente figura muestra que aplicaciones se aprovechan mejor a la universidad.

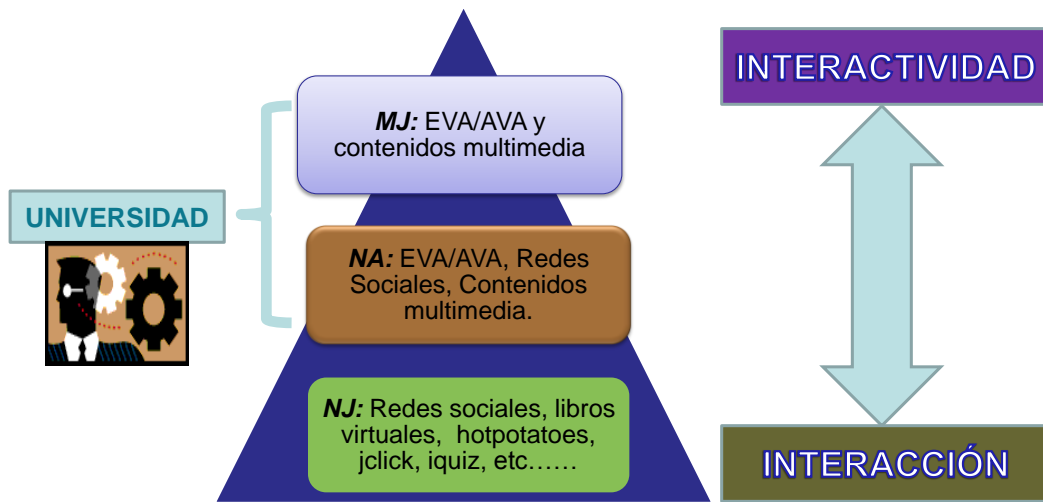


Ilustración 2: Herramientas y niveles de educación

Dentro de la figura, se relacionan los tipos de nativos y migrantes (Nativos Jóvenes=NJ) con las herramientas que más utilizan, en los niveles superiores del esquema que corresponde a los nativos adultos y a los migrantes jóvenes (que serían los grupos de encuentro generacional entre profesores y estudiantes) se nota una concordancia en las herramientas utilizadas, en resumen los entornos virtuales de aprendizaje y el uso de redes sociales son las aplicaciones actuales más potentes para la educación.

Como información adicional, pude observarse que mientras se avanza en el esquema, la *interactividad* de la herramienta es mayor, si se desciende es la *interacción* la que crece, entendiéndose como interactividad la capacidad de la herramienta para permitir que dos seres humanos se comuniquen o interactúen entre sí por diversos medios, mientras que la interacción es básicamente la relación entre el usuario y la herramienta.

A nivel de terminales, es conocido que en el Ecuador existen más teléfonos celulares que personas, y que la inserción de la red de internet se ha intensificado por las políticas del estado ecuatoriano de acceso universal que ahora se llevan aplicando con un alto énfasis, la siguiente figura ilustra esta situación.

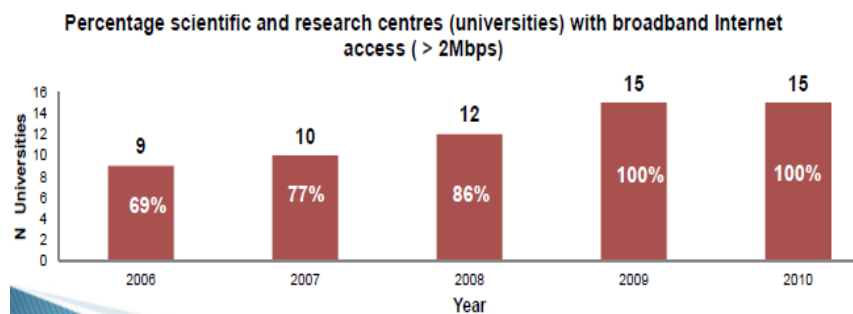


Ilustración 3: Internet de banda ancha en las universidades (MINTEL, 2011)

Como puede observarse en el gráfico, que es parte de un estudio sobre estado de las telecomunicaciones en el Ecuador, realizado por el Ministerio de Telecomunicaciones – MINTEL, en el año 2010 el 100% de universidades del Ecuador cuentan con internet, situación que se mantiene en la actualidad, y que es prometedora en el sentido de integrar las tecnologías a la educación superior de manera óptima.

De todas formas, siempre es necesario mirar a las herramientas de manera crítica, así como un cuchillo de mesa, que puede usarse para comer o para matar, las tecnologías aplicadas pueden ser benéficas o maliciosas dependiendo de la presencia de criterios de aplicación, la siguiente tabla resume algunas oportunidades y riesgos a considerarse en para las TIC en la educación superior.

OPORTUNIDADES	RIESGOS
Redes de investigación, cercanía de expertos, relaciones horizontales.- Publicaciones digitales, libros colectivos.	Aumento indiscriminado de brechas.- Brecha Digital: efectos económicos, sociales, comunicacionales.
Más escritura, recuperación del género epistolar, más lectura.	Cultura hipertextual, textos tipo sms y Twitter, de poca o escasa profundidad.
Optimiza, facilita, diversifica la gestión/comunicación de contenidos de los cursos/cátedras.	Supuesta “Panacea” o remedio universal para todos los desafíos de la educación: problemas artístico, ético, abstracto numérico, propuestas descontextualizadas.
Repositorios comunes, ORAs, prácticas solidarias entre entidades y sujetos que comparten.	Plagio académico, información inválida.
Clouding computing, información pormenorizada de todos y todas.	Totalitarismo de la información, invasión a la privacidad
Nos permite colaborar y generar conocimiento -> valores	Info-basura, menor esfuerzo cerebral, individualismo, retroceso del neocórtex.

Tabla 2: Oportunidades y riesgos de las TIC en la educación superior

A través de estos riesgos y oportunidades se puede establecer pautas o estrategias para insertar las TIC de mejor forma en la Educación Superior, sin olvidar que siempre está presente la posibilidad de nuevos cambios en las herramientas tecnológicas, lo que se busca explorar a continuación.

1.1.4 Prospectiva de tic y educación: Principales herramientas para educación en un horizonte de tres años

Se ha descrito de manera breve la situación actual de las TIC y la educación, en resumen lo actual es el uso de los entornos virtuales de aprendizaje y las redes sociales, a través de diversos terminales, en especial portátiles, esto por supuesto cambiará o se complementará al menos ante la entrada de nuevas innovaciones o aplicaciones que se vayan generando.

Si bien, a continuación se trabajará en una prospectiva de las TIC y la educación sobre la base de un informe de proyecciones, no hay que olvidar que en este campo siempre habrá un espacio a la “incertidumbre”.

La incertidumbre es la poca o nula certeza que se tiene sobre un evento en particular, para las TIC es complejo establecer escenarios, en especial porque el crecimiento de las tecnologías tiene un comportamiento exponencial (poco predecible) antes que lineal, las áreas en las que el crecimiento está muy poco definido son la nanotecnología, la biotecnología, la genética aplicada y las neurociencias, las investigaciones en estas áreas sencillamente podrían cambiar la forma de vida que tenemos.

Dicho esto, los horizontes se deben acortar, de forma que si se puedan establecer algunas posibilidades bien fundamentadas en lo que se viene en educación apoyada en las tecnologías para educación superior, para el efecto se considerarán las tendencias detectadas, así como algunos aportes del “Informe de prospectiva de tecnologías para la educación” del Consorcio de Nuevos Medios (New Media Consortium – NMC) para los próximos tres años.

1.1.4.1 Redes sociales educativas

A partir del uso masivo de los Entornos virtuales de aprendizaje – EVA y las redes sociales, se están pensando en estrategias que aprovechen lo mejor de los dos aplicativos, por un lado mantener la naturaleza didáctica y enfocada a resultados de aprendizaje del EVA, y por otro la facilidad de interactividad y personalización de las redes sociales. Esta tendencia en general, presentaría las siguientes ventajas:

- a) **Conectivismo:** Desde la teoría del conectivismo, todo participante es un nodo capaz de transmitir y generar conocimiento, de cierta forma, una red social educativa rompe los límites virtuales y permite que un participante de una red fácilmente participe en otra, y a su vez el conocimiento fluya a otro espacio.

Los saltos de conocimiento se generan de manera instantánea, algo parecido a lo que hacen las neuronas con los datos dentro del cerebro.

- b) **Dinámica propia, motivación intrínseca:** El enfoque de la red social, permite a los usuarios dejar de ver a la aplicación como una tarea por hacerse, sino más bien como un espacio para compartir con amigos, y aprender en red, de esta manera la motivación se hace interna y todos los participantes ingresan con gusto a la plataforma.
- c) **Nuevas tendencias conocidas de primera mano:** Cada nodo de la red tiene sus propios intereses y se mantiene atento a los cambios y nuevas propuestas, de esta forma la red se actualiza por sí misma y en todo aspecto, un participante informará a sus compañeros de las nuevas tendencias en construcción y diseño, aquel compartirá una noticia de nuevos materiales, otra dará a conocer seminarios disponibles, etcétera.
- d) **Re-conocimiento integral entre todos los actores del proceso de enseñanza aprendizaje:** Uno de los principales problemas con los EVA, en especial con los estudiantes acostumbrados a la modalidad presencial es que se extraña la cercanía de los profesores y pares, en especial por la posibilidad de conocerlos más allá del ambiente estrictamente académico, en el caso de las redes sociales se pueden compartir con facilidad otro tipo de información no necesariamente académica, que permitan ubicar los intereses, la familia, amigos y cuestiones por el estilo de todos y todas, este re-conocimiento de los demás mejora las relaciones y hace más dinámico y efectivo el proceso de aprendizaje.
- e) **Publicación y evidencias del trabajo realizado:** La competencia se revela en el hacer, más allá de los textos o pruebas, se debe evidenciar en trabajos, diseños, implementaciones, simulaciones reales, este tipo de redes sociales educativas permitirían dos ventajas: publicar los resultados de un proceso y hacérselo llegar a aquellos que les es más útil.

Existen ya algunas iniciativas que giran alrededor de las redes sociales educativas, desde módulos de “Google academic” hasta opciones libres que permiten subir nuestra propia red social y gestionarla hacia la educación a través de distintas herramientas.

1.1.4.2 MOOC (Massive Open Online Courses)

Los MOOC podrían ser la revolución en tecnologías educativas, esto debido a que parten de la hipótesis de que es posible dar cursos de calidad sin importar la cantidad de participantes, de esta forma a través de esta propuesta existen cursos con 500 estudiantes o más.

En un esquema tradicional de educación virtual, es decir con el rol del tutor virtual que acompaña de manera personalizada el proceso de aprendizaje, un curso con más de 30 personas es simplemente inmanejable y la gestión decaería con cada nuevo participante, los MOOC actúan desde la conceptualización de la Web 3.0, es decir en cada MOOC existen dos niveles de interacción, uno inicial, en que las inquietudes y preguntas son “resueltas” por la plataforma a través de instrucciones pre configurados que generan inteligencia artificial (web semántica, redes neuronales, lógica difusa u otras técnicas) , y un segundo nivel que es el tutor, que resuelve aquello que la plataforma no puede hacer por sí misma.

Detrás de los MOOC, hay una filosofía entera de uso, que considera que el conocimiento debe distribuirse a todos y todas de manera inmediata y sin costo, debido a las grandes brechas dentro de la sociedad, los grupos pequeños no causarían impacto, de manera que la única opción es la capacitación masiva, donde los tutores, adicionalmente ayudan a generar contenidos y ejercen su labor sin costo alguno.

Actualmente, los MOOC están en inglés en un gran porcentaje, en especial porque esta línea de capacitación nació en universidades norteamericanas, las opciones para capacitación gratuita más fuertes actualmente son Coursera, relacionada con la Universidad de Vanderbilt de Texas y Canvas, que agrupa a varias universidades en una red de colaboración.

Vale la pena decir, que los MOOC no se han concebido solamente para nivel universitario, de hecho, la propuesta busca adaptarse tanto a la educación continua, como a la capacitación, e incluso a la formación, de esta manera no estaría lejos soñar con maestrías o similares a través de MOOC, con promociones que agrupen a 1000 o más compañeros por edición.

1.1.4.3 Realidad aumentada

La realidad aumentada es una tecnología capaz de “superponer” información a imágenes que se estén observando, dicho de otra forma, la realidad aumentada permite obtener información adicional de lo que se ve, por ejemplo al mirar un edificio, se podría saber su altura, fecha de construcción o similares, o incluso combinado con tecnologías de reconocimiento facial, se podría saber los datos de perfil de alguien a quién se está observando (esto, claro, obviando todas las implicaciones de seguridad y privacidad que deberían existir).

La información superpuesta a la imagen, puede ser multimedial, es decir a la imagen la puede acompañar un texto, sonido, videos o cualquier otro tipo de dato.

A nivel educativo, esta aplicación es sumamente interesante, considerando que los dispositivos portátiles tienen ya una cámara digital, la misma cuyas imágenes podrían relacionarse automáticamente a un bando de datos de realidad aumentada, las opciones se hacen infinitas, como obtener todos los datos de un edificio histórico a través de una fotografía, o establecer las mediciones de un sitio sin tener que moverse de un solo punto de observación.

La siguiente imagen es un comparativo sencillo de una imagen normal, y una con realidad aumentada.



Ilustración 4: Imagen de realidad aumentada

1.2 OBJETOS DE APRENDIZAJE

Anteriormente se había descrito de manera breve los objetos de aprendizaje, en este apartado se profundizará sobre el tema para exponer como estos elementos y su gestión son básicos para la educación, en especial para la educación superior.

1.2.1 DEFINICIÓN DE LOS OBJETOS DE APRENDIZAJE

El término fue introducido por Wayne Hodgins en 1992, “Reusable Learning Object” - RLO u objeto reutilizable de aprendizaje que posteriormente quedó en español como Objeto de Aprendizaje. Debido a la amplitud de la idea, se lo ha definido de diversas formas por diversos autores, podemos decir que los objetos de aprendizaje – OA, son los equivalentes digitales al material didáctico tradicional, y en resumen son *todos los elementos que crea el profesor para apoyar el proceso de enseñanza aprendizaje*.

Más allá de la definición, en general se ha conseguido llegar a acuerdos sobre las características que debe tener un OA, las cuáles se definen a continuación:

1. **Digital:** Un OA necesariamente es un elemento digital, lo que le da un carácter “universal” ya que se lo puede actualizar y compartir fácilmente y además es modular (puede crecer o adaptarse a cada contexto) por naturaleza propia.
2. **Intencional:** Los OA tienen un propósito o intencionalidad declarados, al tratarse de elementos de enseñanza aprendizaje, han sido diseñados con un objetivo bien definido dentro del contexto de una propuesta de estudio, por tanto no se trata del uso de la tecnología por sí misma, sino como el medio para alcanzar resultados en los estudiantes.

3. **Reutilizable:** Debe pensarse en el uso constante y periódico, no se trata de elementos que se utilizarán una sola vez, sino que se podrán aplicar una y otra vez, y si es posible por otros profesores diferentes al docente que lo creó, por lo tanto debe evitarse en un OA utilizar elementos contextuales muy marcados (expresiones idiomáticas, sitios singulares o similares) que podrían hacer dificultoso el entendimiento del OA en otros lugares de aplicación.
4. **Elemental:** Al tratarse de un objeto con propósito único, el OA no puede dividirse, ya que perdería su propósito y significancia.
5. **Integrable:** El OA es parte de una propuesta educativa, por lo tanto debe tener la flexibilidad necesaria para que pueda integrarse a un curso o cátedra de forma transparente, sin obligar a que el docente deba llevar una reestructuración completa de sus contenidos.

Finalmente, los objetos de aprendizaje digitales son altamente versátiles por su naturaleza multimedial, de manera que pueden cubrir los canales visuales, auditivos y kinestésicos (dependiendo del objeto de cada curso o cátedra) completamente o por separado.

Una forma efectiva de integrar las TIC a una propuesta académica, es planificar objetos de aprendizaje para cada contenido de estudio, por supuesto el docente deberá escoger las mejores herramientas o TIC que le permitan generar los objetos que más aporten.

1.2.2 TIPOS DE OBJETOS DE APRENDIZAJE

Debido a la amplitud de posiciones y definiciones sobre los OA, por supuesto existe un número importante de clasificaciones, para los fines de este trabajo de titulación se considerará la clasificación desde el uso, para el efecto consideramos tres grandes tipos de OA:

Formularios, encuestas, exámenes: Se trata de objetos de aprendizaje enfocados a recabar información para el diagnóstico o la evaluación, dentro de un sistema educativo con resultados de aprendizaje y estándares bien definidos, como lo que se está haciendo en Ecuador, una prueba o examen podría aplicarse como objeto de aprendizaje en cualquier parte del país sobre la base de la carrera o programa que está cursa el estudiante.

Elementos de autoaprendizaje: Son de amplia utilización en la actualidad, se trata de tutoriales, videos guía, diseños instruccionales, que permiten al estudiante adquirir destrezas a través de la lectura y repetición de actividades.

Herramientas didácticas: Se trata de libros digitales, materiales de estudio o similares que son apoyo a los apuntes del estudiante, dentro y fuera del aula de clase, generalmente son las más comunes pues se utilizan en todo tipo de propuestas.

1.2.3 REPOSITARIOS COMPARTIDOS

En años pasados, e incluso actualmente, miles de papeles que contienen pruebas, presentaciones y materiales didácticos, son reciclados (en el mejor de los casos) por las instituciones educativas de todo nivel, esta pérdida del conocimiento generado en el proceso de enseñanza – aprendizaje es trágica ya que materiales valiosos que se podrían aplicar en posteriores promociones, simplemente desaparecen.

Conscientes de esta realidad, se han generado repositorios, un repositorio es un espacio virtual, que puede estar en el internet o en redes privadas, a través del cual los profesores o los actores que desarrollan OA, pueden subir, y a la vez descargar elementos útiles para su práctica, dependiendo del nivel de educación, incluso estudiantes pueden también aportar o acceder al repositorio, dependiendo de las políticas particulares de cada institución.

El siguiente esquema representa el uso de un repositorio de manera básica.

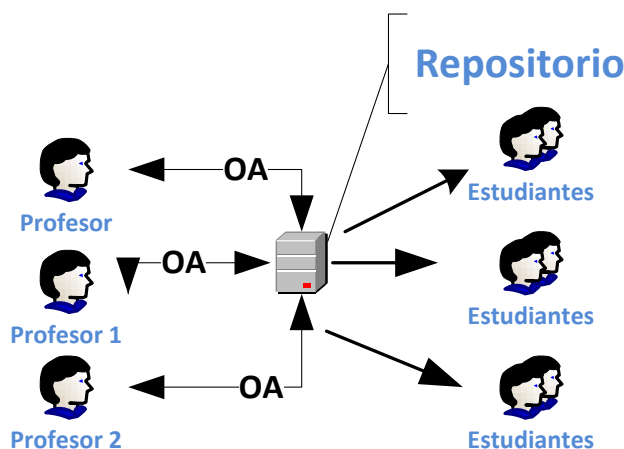


Ilustración 5: Esquema de uso de un repositorio digital

1.3 SELECCIÓN DE UNA ESTRATEGIA PARA INSERCIÓN DE TIC EN LA ARQUITECTURA

Considerando el caso puntual de este trabajo de titulación, se busca hacer una propuesta que integre las herramientas que despuntarán en el futuro mediano, con aplicación a la arquitectura, para el efecto se describen a continuación ciertas características que la tecnología debería permitir:

- Generar objetos de aprendizaje que se puedan compartir fácilmente entre los estudiantes y el cuerpo docente, a través de un repositorio digital que se
- La tecnología debe tener aplicación dentro y fuera del aula
- Debe tener alto potencial para relacionarse con mediciones, proporciones y dimensiones de objetos.

- Adaptarse fácilmente a material ya existente, como por ejemplo documentos o imágenes utilizados en una propuesta de estudio tradicional.

La siguiente tabla compara las tecnologías que se han reconocido como prometedoras en un horizonte de tres años, en base a los criterios descritos.

TECNOLOGÍA	¿Genera objetos de aprendizaje?	¿Se aplica dentro y fuera del aula?	¿Se relaciona con dimensiones – mediciones?	¿Permite el uso de materiales previos?
Redes sociales educativas	No, los contiene	Sí	No, más relación con contextos	Sí
MOOC	No, los contiene	Sí	No, más relación con contextos	No, requiere cierta configuración
Realidad aumentada	Sí	Sí	Sí	Sí, imágenes preferentemente.

Tabla 3: Comparativa de herramientas para educación

Cómo puede observarse, es la realidad aumentada, como herramienta tecnológica, aquella que más se adaptaría a los requerimientos para la inserción de TIC en arquitectura, ya que puede relacionar una cantidad de material previo como imágenes, planos y similares, con OA que se puedan aplicar en plazo mediano a cátedras de la carrera, y por otro lado permitiría sistematizar y compartir información valiosa en elementos compactos y de fácil gestión, el siguiente capítulo profundiza en esta tecnología.

CAPITULO II: REALIDAD AUMENTADA

2.1 REALIDAD AUMENTADA

Muchas veces la literatura se adelanta a la tecnología, los libros de Julio Verne, por ejemplo, suelen ser considerados como proféticos ya que muchos de los inventos o dispositivos que el autor expone, son en la actualidad una realidad, en el caso de la realidad aumentada podrían reconocerse sus orígenes en la ciencia ficción, décadas atrás. Existe una cantidad de ejemplos, la película Terminator, es una de ellas, presenta varias escenas de la realidad aumentada en plena actividad, ya que al mirar a través de los ojos del androide se observa que la imagen va acompañada de información de su objetivo, a nivel técnico esto significa varias implicaciones: reconocimiento facial, acceso a bases de datos y conexiones inalámbricas de alta velocidad.

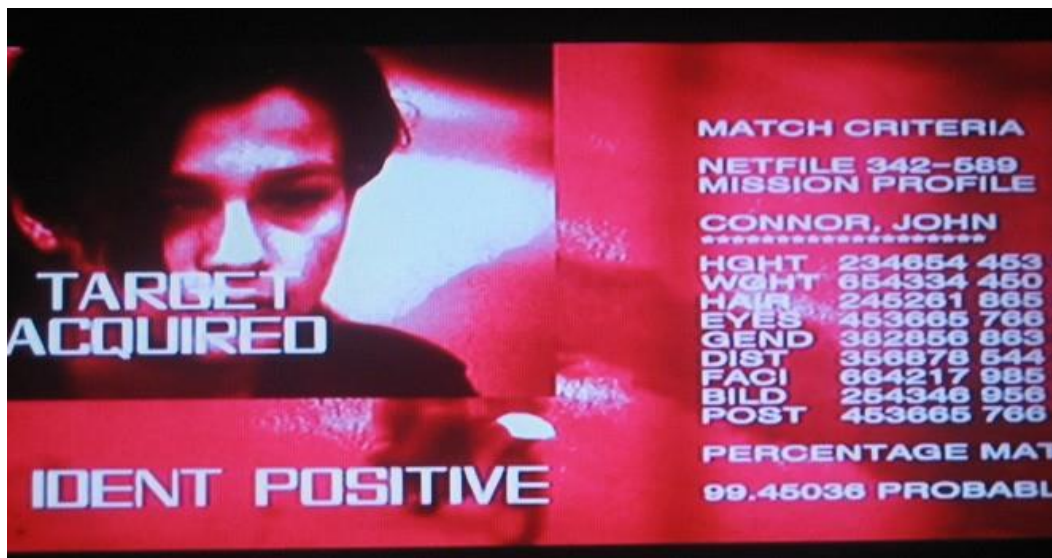


Ilustración 6: Realidad aumentada en la ciencia ficción

Por supuesto, esas tecnologías implícitas, hace solo unos lustros eran algo lejano, sin embargo el avance exponencial de las tecnologías han hecho que todas las condiciones previas para implementar la realidad aumentada sean una realidad.

La realidad aumentada entendida como la capacidad de “superponer información sobre espacios 3D para producir una nueva experiencia del mundo y la realidad” (New Media Consortium, 2012), tiene un alto número de aplicaciones, que aún se están descubriendo, en lo referente al sector de consumo los usos más evidentes serían:

- *Marketing*, ya que la información de sitios cercanos como tiendas restaurantes, o publicidad en general podría colocarse por encima de aquello que el usuario observa, esto en combinación con el sistema de posicionamiento global – GPS.
- *Encuentros sociales*, ya que el usuario podría establecer o dejar mensajes adicionales de donde se encuentra, junto a una imagen, de forma que los encuentros podrían facilitarse.
- *Información basada en la localización*, sitios turísticos como museos o atracciones naturales podrían transformar sus folletos ilustrativos a una versión de realidad aumentada, es posible crear “Guías virtuales” que aporten información de los sitios, propongan actividades en el lugar o propongan formas de interactuar con las personas locales.

Al ser una tecnología de implementación reciente, se está explorando su aplicación en la educación, sin embargo poco a poco se revela como una posibilidad potente para mejorar el aprendizaje, en especial debido a las siguientes razones:

- Responde a entradas del usuario: Se podría utilizar la realidad aumentada de forma que el estudiante cumpla con actividades en el sitio a través de solicitudes realizadas con objetos de aprendizaje diseñados para el efecto, tomar medidas, verificar materiales o hacer investigaciones en campo, son posibilidades muy interesantes.
- Construcción de nuevo conocimiento: Mientras el usuario recorre nuevos lugares, puede aportar con nueva información que a través de las conexiones hacia internet puede ser compartida con otros miembros dentro de una comunidad educativa, esta construcción incrementaría bases de datos, aportaría a generar información más completa o actualizar la existente.
- Virtualidad aumentada: Se trata de una consecuencia de la realidad aumentada, la idea es incluir en los ambientes virtuales, hechos y objetos del mundo real, como por ejemplo acompañar una explicación física o un documento con un experimento a tiempo real.

En general, la realidad aumentada puede establecer situaciones de aprendizaje muy potentes ya que relacionan de forma directa al estudiante con el mundo real, ya no se trata del aula como espacio cerrado que busca explicar lo que ocurre “afuera” se trata de la realidad siendo explicada paso a paso mientras se la recorre, bajo este esquema de cierta forma es un regreso a la enseñanza de los maestros griegos, que recorrían los pueblos y paisajes con sus aprendices a la par que iban comunicando sus experiencias y explicando los motivos y causas de lo observado.

2.2 CARACTERÍSTICAS DE REALIDAD AUMENTADA

En el campo de la enseñanza aprendizaje, la realidad aumentada posee un conjunto de características deseables, las mismas que se describen a continuación:

2.2.1 Generación casi inmediata de objetos de aprendizaje

Actualmente los bancos de imágenes y los mapas cubren casi todo el quehacer humano y la geografía del planeta, de igual manera los bancos de información disponibles en internet y aquellos que son privados poseen casi toda la información existente, y aquella que se genera u actualiza es prácticamente parte del sistema.

Bajo este esquema un objeto de aprendizaje creado en realidad aumentada se puede hacer de manera casi inmediata, pues existiendo los insumos de datos disponibles, la construcción del objeto se trata solamente de establecer las condiciones en que se realizará la superposición de información. A nivel operativo, la realidad aumentada solamente requeriría, una configuración de condicionamiento por ejemplo:

- “Reconoce persona, entonces recuperar datos personales”
- “Reconoce sitio, entonces recuperar datos históricos”
- “Reconoce edificio, entonces recuperar datos estructurales”

La potencialidad de la herramienta se establece principalmente en las bases de datos que tenga acceso, mientras más datos, más objetos de aprendizaje podrían generarse, y adicionalmente, un usuario o estudiante podría crear sus propias bases de datos que junto con las de otros usuarios generarían a su vez nuevos objetos de aprendizaje.

2.2.2 Experiencias contextualizadas

Una de las características de los objetos de aprendizaje realizados con la realidad aumentada, es que la contextualización está prácticamente garantizada, ya que se trata de imágenes e información de la realidad cercana, de manera que los estudiantes tendrán a disposición vistas de aquello que pueden visitar (en la mayoría de casos). Ya que la realidad aumentada es un forma de “metainteracción” con la realidad, el estudiante conoce de manera profunda el objeto que observa, además de ver su estado actual puede entender la intencionalidad histórica que tiene, los datos específicos de su naturaleza, e incluso la importancia que tendría para la comunidad (a través de la información disponible o con la interacción con otras personas).

2.2.3 Integración Teoría Práctica

Un desafío común de los procesos de enseñanza – aprendizaje es la necesidad de integrar la teoría con la práctica, en especial cuando los instrumentos del conocimiento como las definiciones, los conceptos y similares se limitaban al aula, y en el mejor de los casos algunos de estos conceptos se veían en el laboratorio, de forma que el divorcio teoría – práctica se acentuaba todavía más.

En carreras de pregrado de ciencias duras este divorcio es todavía más fuerte, las abstracciones necesarias en carreras de ingeniería y arquitectura son imposibles de verificar en el aula, y muy pocas veces se puede “invitar” a la realidad dentro de las paredes de la institución.

En el caso de la realidad aumentada la integración de la teoría y la práctica es armónica, ya que la información y datos va en sincronía con lo que se percibe en la realidad, de esta forma el estudiante adquiere una amplia autonomía ya que dispone de guías teóricas válidas que lo acompañan en su aprendizaje.

Vale la pena decir que el objeto de aprendizaje en realidad aumentada debe tener un diseño, planificación e implementación precisos ya que es posible que no solo complementen la labor del mediador o tutor, sino que bajo ciertas condiciones lo sustituyan completamente.

Las experiencias de aprendizaje fuera del aula, en el campo real, crea puentes entre la realidad y la situación de aprendizaje en la que participan los estudiantes, estos puentes relacionan los conocimientos previos del estudiante con lo que va a conocer, creándose un escenario de formación estimulante, basado en el mundo real, que proporciona aprendizajes más significativos

2.2.4 Facilidad para la Investigación en campo

Otra forma de entender a la RA sería definirla como una biblioteca autoadaptable, ya que recupera información valiosa sobre la base de lo que observa el usuario, este tipo de ayuda sería muy apreciada en investigaciones de campo, ya que permitirían al usuario cotejar datos de manera inmediata, de forma que podría sacar conclusiones de lo que ve con lo que se conoce de manera inmediata, en todo tipo de estudios esto es muy valioso, por ejemplo una investigación social permitiría cotejar los datos estadísticos de proyecciones con la realidad local, de forma que se determine hasta qué punto aquello que se determinó corresponde con lo real.

De igual forma, la agenda o el computador portátil son substituidos por la posibilidad de actualizar información directamente desde el dispositivo de realidad aumentada, de esta forma el investigador puede comunicar sus resultados a pares o coordinadores inmediatamente, en investigaciones sociales esta capacidad es altamente deseable ya que permite cotejar in situ las realidades locales en un mismo tema y con los mismos criterios de observación.

2.3 ESTRUCTURA DE UN SISTEMA DE REALIDAD AUMENTADA

En general un sistema de realidad aumentada se forma de tres dispositivos: un dispositivo de recuperación o captura de imágenes, un interfaz para conexión con bases de datos y los usuarios en general, el siguiente esquema muestra la estructura general de un sistema de realidad aumentada.

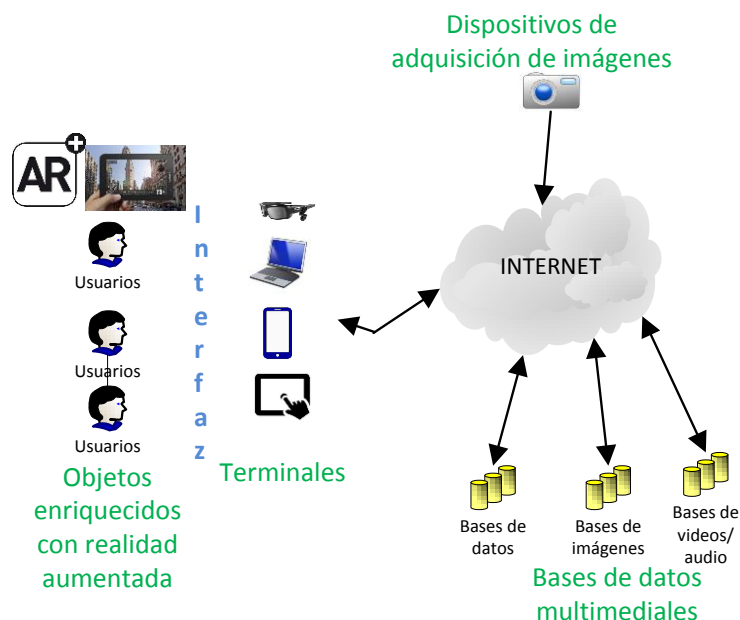


Ilustración 7: Esquema de un sistema de realidad aumentada

En el esquema se pueden ver varios componentes, los mismos que se definen brevemente a continuación.

- **Terminales:** Son todos los aparatos que permiten acceder a los objetos generados por la realidad aumentada, puede tratarse de computadores con cámaras, teléfonos inteligentes o aparatos diseñados para el efecto, en esta última categoría, actualmente se encuentra en la élite el Google Glass o lentes de google que se tratan de gafas que incluyen una cámara con conexión a internet, estos lentes interactúan con lo que el usuario ve, y bajo una serie de comandos superponen en el lente páginas de internet, documentos, información indexada, capturan y comparten imágenes, recuperan sonidos y un sinnúmero de posibilidades.
- **Interfaz:** se trata del programa que utiliza el usuario para acceder a la realidad aumentada, puede tratarse de un software específico para computadores, de una aplicación para un Smartphone o del sistema operativo de un dispositivo propio de realidad aumentada, las interfaces actuales han dejado atrás los comandos por teclado, y actualmente está disponible el comando por voz y más recientemente el comando gestual a través de movimientos de la mano, o incluso gestos faciales.
- **Dispositivos de adquisición de imágenes:** Se trata de cámaras y videograbadoras que si bien hoy en día están integradas con la mayoría de terminales, aún producen por sí mismas una cantidad importante de insumos para la tecnología de realidad aumentada en particular.

- **Bases de datos multimediales:** Se trata de equipos de altas capacidades que funcionan como repositorios de información en forma de documentos, metadatos, audio y video, estos son los insumos que permiten al sistema de realidad virtual crear la “metarealidad” según las condiciones que tenga el sistema.
- **Internet:** Todo el sistema está soportado sobre la red de redes, que enlaza a todos los demás dispositivos y hace posible que la comunicación sea inmediata, de la misma manera los nuevos elementos que se generan se almacenan en la nube.

2.4 PRINCIPALES APLICACIONES

En la actualidad, ya se está aplicando algunas experiencias de realidad aumentada a nivel educativo, estas primeras experiencias representan las líneas generales de aplicación de la RA en la enseñanza aprendizaje.

- ***Aprendizaje basado en proyectos con realidad aumentada:*** La idea es poder simular proyectos multidisciplinarios a través de la realidad aumentada, por ejemplo, superponer como se vería una nueva edificación, o mostrar cómo se vería un sitio al ser intervenido por el hombre, como por ejemplo una explotación minera. Uno de los proyectos más ambiciosos en esta línea es el proyecto para convertir a la isla “Cabo Verde” actualmente inhabitada en un verdadero laboratorio científico. La “Super School University” es la institución que impulsa este proyecto, para el efecto ha realizado un llamado a todo tipo de profesionales en todas las áreas para que generen objetos en realidad aumentada en todo tipo de temas, desde programación hasta ecología, de esta forma se espera que la isla “Cabo verde” sea un laboratorio científico que esté parcialmente “explicado en su totalidad” de manera que los habitantes y visitantes conozcan a fondo cada uno de los detalles de la isla, desde descripciones geográficas, fauna y flora, hasta explicaciones tutoriales de los experimentos que allí se están realizando. El llamado a expertos es totalmente abierto a cualquier colaboración, y se presenta de la manera más flexible e irrestricta: “¿Tienes otras creativas ideas?, ¿Qué necesitamos para crear el mejor laboratorio científico en esta isla inhabitada?” (Super School University, 2012).
- ***Modelos virtuales en 3D:*** A través de la realidad aumentada se pueden generar modelos avanzados de la realidad, por ejemplo el estudiante puede ver como un motor se desarma sin tener que hacerlo realmente o como trabajan los músculos de un organismo.

Justamente esta idea se aplicó directamente para generar un modelo de ser humano en realidad aumentada, que substituye otros medios tradicionales para el estudio de la anatomía, la Universidad del Estado de Boise, creó en base a software de código abierto una aplicación capaz de “navegar” a través del cuerpo humano, tomar imágenes, obtener vistas únicas a través de la rotación en 3D de los elementos y enviar o guardar estas imágenes, en situaciones tradicionales es claro que no se podría manipular a ese nivel un cuerpo real, peor aún tener imágenes válidas para el estudio.

- **Metarealidad:** Podríamos calificar como “metarealidad” a las propuestas que establecen o explican hechos profundos de la realidad alrededor, por ejemplo exponer hechos científicos sobre las plantas de un lugar, o explicar los ciclos de vida de los animales locales son formas de esta aplicación de la realidad aumentada, la Universidad de Exeter en el reino Unido ha hecho todo un “metacampus” el mismo que contiene explicación en realidad aumentada sobre humedad ambiental, procesos de fotosíntesis, moléculas del aire y un largo etcétera con la intención de generar un verdadero laboratorio virtual.

Por supuesto a estas aplicaciones se les irán aumentando otras categorías, o se podrían tener combinaciones de las mismas, esto gracias a que la flexibilidad y la convergencia de los productos y servicios tecnológicos hacen prácticamente que se adapten a cualquier situación.

2.5 EJEMPLOS DE APLICACIONES DE RA EN ARQUITECTURA

En el campo de la arquitectura, la realidad aumentada tiene un sin número de aplicaciones, sin embargo la línea que más se presta para generar objetos posiblemente sea la metarealidad.

A nivel general la arquitectura plantea el diseño estético de los entornos donde se desenvuelve el ser humano, por supuesto requiere nociones, definiciones y conceptos: artísticos, geométricos, estructurales, así como un conocimiento profundo de la naturaleza y cualidades de los materiales.

Relacionando la arquitectura con la metarealidad, es fácil pensar la cantidad de aplicaciones que podría darse con el uso de la realidad aumentada, desde obtener información estructural de edificaciones, establecer información de medidas y proporciones, conocer que materiales y en que medidas se aplicaron para realizar un edificio, un camino o una casa, así como informarse sobre datos de construcción más formales como fechas, responsables, ampliaciones, rectificaciones u otros. A continuación una imagen aproximada de la realidad aumentada aplicada a la telemetría.



Ilustración 8: Realidad aumentada aplicando telemetría

En la gráfica podemos observar el esquema de una columna con estructura, la imagen fue capturada de una maqueta desarrollada y distribuida para los alumnos de la Facultad de Arquitectura, a este objeto, se le podría adicionar, a través de realidad aumentada, nuevos datos explicativos como tipo de material, dimensiones, construcción, posibilidades que se explorarán más adelante.

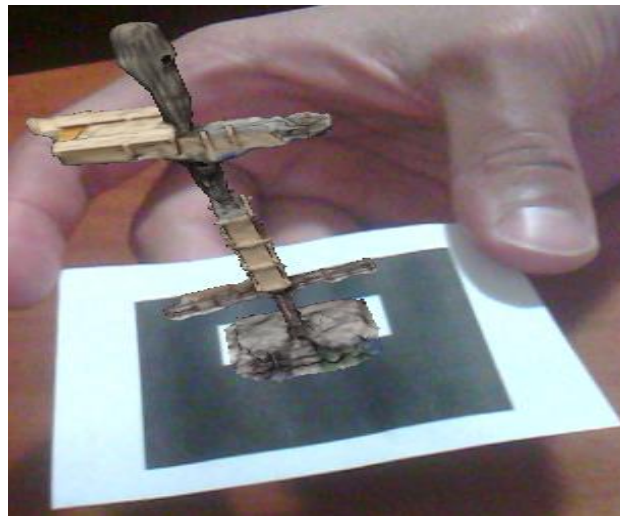


Ilustración 9: Maqueta de diseño de columnas para la Facultad de Arquitectura de la PUCE

CAPÍTULO 3: TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE LA ARQUITECTURA

Una vez que se ha determinado las características de la Realidad aumentada y su potencial aplicación en la Arquitectura, es importante definir y diagnosticar la situación actual del uso de TIC en la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, así como establecer estrategias para insertarla en una materia o cátedra, de forma que el proceso se pueda replicar en otras carreras o programas de formación.

3.1 TIC en la carrera de Arquitectura -PUCE

La Pontificia Universidad Católica del Ecuador, fue fundada en 1946, se trata de una institución regida por la Compañía de Jesús, y como tal “está empeñada en una actividad educativa de formación integral articulada por el Paradigma Pedagógico Ignaciano...” (PUCE, 2012). La PUCE, sensible al escenario actual de la Sociedad del Conocimiento e Información, declara de manera explícita la relación entre la institución y las TIC, considerando que “El uso de la tecnología tiene la finalidad de potenciar un modelo pedagógico basado en el Paradigma Pedagógico Ignaciano, más flexible, centrado en el estudiante...”. (PUCE, 2012)

En la práctica, el discurso aterriza principalmente en dos aristas: a partir de lo orgánico funcional existe dentro de la Dirección General Académica de la Universidad la “Oficina de Nuevas Tecnologías” como instancia que se encarga de viabilizar “estrategias relacionadas con el uso de las TIC, en beneficio de los procesos de enseñanza.” (PUCE, 2010), en lo operativo se tiene todo lo relacionado con educación virtual que incluye: la plataforma de educación virtual de la Universidad, PUCE - Virtual, la misma que opera bajo Moodle, pero que ha sido adaptada y mejorada sobre la base de los requerimientos institucionales. Alrededor de PUCE Virtual están varias iniciativas como el apoyo en la creación de Objetos de aprendizaje a través de diversas herramientas y la plataforma Blackboard para clases a distancia sincrónicas. El siguiente esquema resume la situación de las TIC y la PUCE.

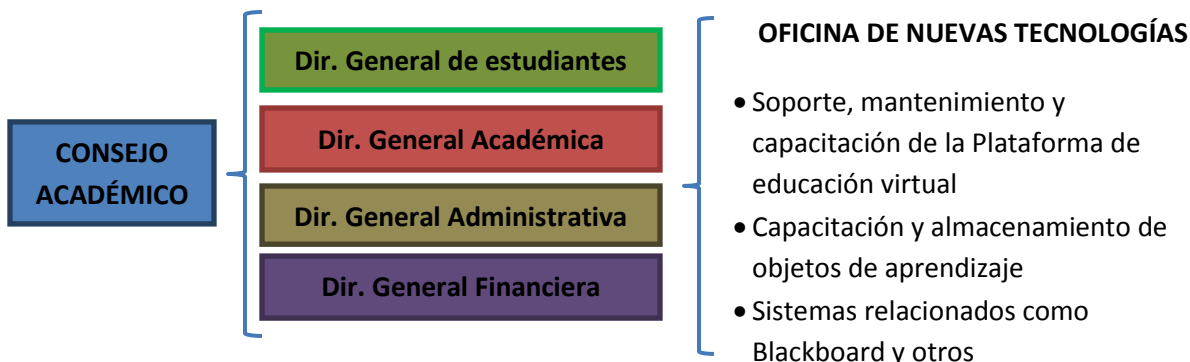


Ilustración 10: Estructura orgánico funcional de TIC en la PUCE

Para diagnosticar la situación de la PUCE en lo referente a aplicación de Tecnologías de la Información en la educación, se procede a realizar un FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas) institucional en el ámbito de tecnología.

FODA	POSITIVAS	NEGATIVAS
INTERNAS	<p>FORTALEZAS</p> <p>F1: Personal de la oficina de Nuevas Tecnologías competente para sus funciones</p> <p>F2: Amplio apoyo de las autoridades a la aplicación de las TIC en la educación</p> <p>F3: Recursos materiales y financieros disponibles</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>D1: Equipo docente con pocas iniciativas propias</p> <p>D2: Resistencia de sectores docentes, apego a prácticas de enseñanza tradicionales</p>
EXTERNAS	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: Trabajo en red con otras universidades</p> <p>O2: Repositorios de documentos y objetos de aprendizaje compartidos</p> <p>O3: Espacios virtuales de interacción en la comunidad universitaria</p>	<p>AMENAZAS</p> <p>A1: Tecnologías disruptivas</p> <p>A2: Efectos negativos de la tecnología en los estudiantes</p>

Tabla 4: FODA de TIC aplicadas en la PUCE

Sobre la base de la matriz FODA, se plantean a continuación algunas estrategias que permiten combinar las fortalezas y oportunidades (criterios máximos) y evitar los peores escenarios (las debilidades y amenazas)

ESTRATEGIAS FO

1. Crear vínculos de colaboración entre la Oficina de Nuevas Tecnologías de la PUCE con similares de universidades nacionales e internacionales para intercambiar experiencias valiosas de inserción de TIC al quehacer universitario.
2. Institucionalizar las redes virtuales como un espacio que asegura el cogobierno, la participación democrática, la generación de conocimiento y la forma de vida cristiana.

3. Crear un repositorio de objetos de aprendizaje a disposición de la comunidad educativa, así como los medios para mantenerlo actualizado y en constante innovación de sus elementos.

ESTRATEGIAS DA

1. Establecer estudios prospectivos que permitan a la universidad prever acciones ante el ingreso de tecnologías disruptivas o similares que cambien el panorama de las TIC en la educación.
2. Establecer planes de capacitación en inserción de las tecnologías que permitan a los profesores familiarizarse con las herramientas e innovar en sus propias cátedras.

Una vez que se ha establecido la situación institucional sobre las TIC, se tratará a continuación con el caso particular de la carrera de Arquitectura de la PUCE, una de las propuestas de formación más representativas de la Universidad, la misma que también será diagnosticada.

3.1.1 Estructura inicial de la carrera de arquitectura de la PUCE

Desde su creación (1994), la Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes - FADA inició las carreras de Arquitectura y Diseño con un año común, el Año Básico, que incluía el primer y segundo nivel. Las dos carreras tenían una duración de 10 semestres.

Este primer año básico constituía la primera etapa de aprendizaje; se buscaba principalmente desarrollar el pensamiento reflexivo y tenía una visión de orientación vocacional. Al finalizar el segundo nivel, los estudiantes optaban por una de las dos carreras; administrativamente se consideraba que la Carrera de Arquitectura iniciaba en el tercer nivel cuando los estudiantes empezaban una segunda etapa de aprendizaje, la etapa formativa, con una duración de cuatro semestres, de tercer a sexto nivel, y con énfasis en el desarrollo del pensamiento crítico.

La tercera etapa continúa desarrollándose de séptimo a décimo nivel, con énfasis en la preparación profesional y con una oferta de opciones en los diferentes enfoques de los talleres de diseño arquitectónico y una variedad de posibilidades en las plazas de prácticas especializadas, el espacio dirigido a la inserción de los estudiantes en el campo laboral.

3.1.2 Cambios en la Carrera de Arquitectura

El Comité de Carrera de Arquitectura se oficializó a partir del año 2002. Desde entonces, se lleva un registro de reuniones de trabajo donde se tratan, entre algunos temas, la revisión de los programas analíticos de las materias, sin embargo, esta actividad siempre ha formado parte

de los procesos de la Carrera desde su creación, y se ha logrado mantener una gestión académica dinámica y actualizada.

El Comité se reúne periódicamente desde su instauración, lo que ha significado un aporte de diferentes perspectivas, hasta consolidar un equipo de trabajo comprometido con una nueva propuesta para la Carrera.

El Comité también trabaja en la resolución de problemas de gestión académica y la generación de nuevas actividades, como son los talleres internacionales, los ciclos de conferencias y los cursos de formación docente. Además, ha trabajado en la formulación de sugerencias para el Año Básico, la incorporación de nuevos contenidos y la detección de momentos en la carrera donde se represan los estudiantes, y ha propuesto soluciones.

En el Primer Semestre Año Lectivo 2003-2004 (Noviembre 2003) se implantaron varias modificaciones al plan de estudios de la Carrera de Arquitectura:

1. Se oficializaron cambios, en especial lo referido al número de materias, sus contenidos, los requisitos y los créditos asignados.
2. Se incorporaron nuevas materias con temas sobre Urbanismo, Diseño urbano, Gestión empresarial y Análisis y crítica arquitectónica, para complementar el plan de estudios y completar un núcleo de formación acorde a las demandas del medio y las posibilidades de ocupación para los graduados.
3. Se oficializó el cambio en la división de áreas que estaban definidas en el plan de estudios inicial, aunque en el Año Básico se mantuvieron sin cambiar hasta el Primer Semestre Año Lectivo 2007-2008. Las áreas del plan de estudios inicial eran las siguientes:
 - Área Integradora
 - Área de Fundamentación Teórica
 - Área Básica Instrumental
 - Área de Formación en Valores

El diseño curricular de la Carrera de Arquitectura se enmarca dentro de la misión de la PUCE y tiene como objetivo general contribuir a la tutela y desarrollo de la dignidad humana y de la herencia cultural, con especial atención a las dimensiones éticas del saber y del actuar humano, asumiendo la responsabilidad de una formación integral dirigida al servicio de la sociedad en el ejercicio profesional. En el campo de la arquitectura y el urbanismo, este objetivo general se traduce en contribuir a desarrollar una ciudad para la vida, a través de mejorar la calidad socio espacial de los atributos urbanos, considerando tanto las diferentes dimensiones urbanas, como sus diversas escalas.

Además, al igual que todas las carreras de la PUCE, tiene como eje transversal, la responsabilidad social.

Por el tema de la acreditación de las instituciones de educación superior del Ecuador, la Facultad de Arquitectura está empeñada en la actualización de todos sus programas de estudio, para el efecto se cambiaron los objetivos específicos por resultados de aprendizaje, esto obligó a replantear también la misión y visión anteriores integrando elementos más actuales en el quehacer de la Arquitectura porque esta se encamina hacia formas y sistemas que sientan las bases del desarrollo tecnológico de nuestro país y por ende se debe observar una apertura al conocimiento bajo este nuevo enfoque, a continuación se recuperan la nueva misión y visión de la FADA.

“MISIÓN

Formar de modo integral personas creativas, reflexivas y críticas, para resolver problemas arquitectónicos y urbanos, de manera responsable y comprometida con el medio social, natural, cultural y tecnológico.

LEMA: ARQUITECTOS CON RESPONSABILIDAD SOCIAL Y AMBIENTAL

VISIÓN

Ser un referente académico en la formación de personas en el quehacer de la arquitectura, un espacio de investigación teórico-práctico, de discusión y generación de pensamiento urbano-arquitectónico, con respuestas contextualizadas a los problemas actuales y futuros del hábitat humano del país y del mundo.

LEMA: LIDERANDO LA INVESTIGACION APLICADA PARA EL HABITAT” (Comité de Carrera de Arquitectura, 2012)

No existe actividad del ser humano que no se realice en un espacio definido por una forma, sea esta arquitectónica o urbana, toda actividad requiere el soporte de una imagen o de un objeto, sea este de dos o tres dimensiones, y estos elementos tienden no sólo a facilitar la realización de estas actividades desde una consideración utilitaria, sino que comportan una alta carga simbólica, de comunicación y estética, que contribuyen a la construcción de espíritus positivos y proactivos, que además cuando estos elementos no son resueltos con adecuadas condiciones de pertinencia y calidad, no pueden contribuir a la búsqueda de la mejora en la calidad de vida, no generan expectativas, ahondan los complejos atávicos y nos llevan a la pobreza, se consideran entonces como objetivos específicos de la teoría arquitectónica los siguientes:

- a.** Fomentar la generación de un suelo urbano construible de óptima calidad y con sentido social de su uso.
- b.** Contribuir a generar nuevas y adecuadas viviendas que permitan ir paulatinamente superando el déficit existente y velar por elevar el nivel y la calidad de las existentes.

c. Aportar profesionalmente en el desarrollo y mejoramiento de los servicios públicos urbanos y domiciliarios existentes.

d. Contribuir a crear, mejorar, mantener y recuperar los equipamientos urbanos públicos, y privados, poniendo especial énfasis en su uso social.

Si bien, se observa un avance considerable en lo que se refiere a la filosofía educativa dentro de la FADA, se nota que muy poco énfasis en lo referido al uso de Tecnologías, esto llama la atención en especial cuando en la carrera de arquitectura estas herramientas serían muy útiles en la enseñanza aprendizaje, siempre que el uso y aplicación de las mismas sean adecuadas y se inserten correctamente en la propuesta de estudio, esto se fundamenta en rutinas realizadas con anterioridad, tanto por el docente como por los estudiantes. Las TIC deben ser consideradas como herramientas convenidas y no como de uso obligatorio, ya que se refieren a un medio, antes que un fin.

A continuación, y con fines de diagnóstico para el presente estudio se realiza otro análisis FODA, esta vez referido al uso de las TIC en la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la PUCE, con la finalidad de reflejar la situación actual y que aporte se busca hacer en la facultad.

FODA	POSITIVAS	NEGATIVAS
INTERNAS	<p>FORTALEZAS</p> <p>F1: Plan de trabajo de la carrera de arquitectura (Desde primero hasta décimo nivel) bien definido en los ejes horizontal y vertical</p> <p>F2: Facilidad para la inserción de innovaciones tecnológicas por la naturaleza de la carrera (aplicaciones de dibujo arquitectónico, simulaciones, esquemas, etcétera)</p> <p>O1: Equipo docente de experiencia y juventud con altas competencias en su profesión</p>	<p>DEBILIDADES</p> <p>D1: Poca dotación de tecnologías específicas para arquitectura</p> <p>D2: Baja actualización pedagógica en uso de las tecnologías para el equipo docente de arquitectura</p> <p>D3: Poca motivación al equipo docente para innovar o mejorar su práctica docente.</p>
EXTERNAS	<p>OPORTUNIDADES</p> <p>O1: Docentes y estudiantes reconocidos en el medio, incluso con distinciones a nivel nacional e internacional (Bienal internacional de Arquitectura, por ejemplo)</p> <p>O2: Graduados que se insertan inmediatamente al medio laboral</p>	<p>AMENAZAS</p> <p>A1: Poca interés en el uso de las TIC en la enseñanza por parte de los docentes</p>

Tabla 5: FODA de las TIC en la FADA de la PUCE

Si bien es cierto que a nivel mundial las tecnologías ocupan sitios principales al momento de generar currículos de matrices o mesocurrículo de arquitectura, se debe escoger la vía del uso dosificado de las TIC, ya que con toda certeza va a provocar ventajas a los docentes al momento de aprender, tomando en cuenta como premisa que en toda la carrera el uso de la tercera dimensión está presente, y las tecnologías son el medio para llegar a su comprensión y no un fin en sí mismas.

A continuación se describen las estrategias FO y DA:

ESTRATEGIAS FO

1. Crear vínculos de colaboración entre los profesores y los graduados que permitan actualizar los planes de trabajo de la carrera, creando espacios ciertos de uso de las Tecnologías sobre la base de las necesidades del mercado.
2. Posibilidad de integrar las TIC con facilidad, en forma de objetos de aprendizaje que permitan abstraer mejor los elementos de la arquitectura, como por ejemplo objetos de RA.

ESTRATEGIAS DA

1. Concientizar al equipo docente en el impacto del buen uso de las tecnologías en sus clases, más allá de la operatividad, haciendo entender el efecto real en los resultados de los estudiantes.
2. Establecer planes de capacitación en tecnologías específicas para enseñanza de la arquitectura, proveyendo los medios y lineamientos necesarios.
3. Premiar por diversos medios (salarial, moral, etcétera) las innovaciones que los profesores realicen en su cátedra (sea o no con el uso de las TIC)

El presente trabajo de investigación abordará acciones relacionadas principalmente con la estrategia DA número 2, ya que los resultados de esta estrategia en particular establecerá resultados rápidos, de alto impacto y que podrían replicarse en otras carreras o facultades de la PUCE, a través de la realidad aumentada.

3.2 DIAGNÓSTICO: MATERIA CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN

Ya que se ha determinado la situación institucional y de la FADA en lo referente a las TIC, se procede ahora a realizar un diagnóstico de una cátedra en particular, de manera que partiendo de una situación actual real, se puedan establecer las líneas de inserción de la tecnología de Realidad aumentada, a continuación se describen los contenidos, actividades didácticas y evaluación que actualmente se aplican en la FADA, todos estos insumos proceden de la Organización de la cátedra de Construcciones en Hormigón que se adjuntan a este trabajo de titulación como Anexo “A”.

3.2.1 CONTENIDOS “CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN”

DATOS GENERALES

Sede: Quito

Unidad académica: Facultad de Arquitectura, Diseño y Artes

Nombre completo de la carrera: Arquitectura

Título que otorga: Arquitecto/a

Duración en semestres: 10

Número de créditos: 258, incluyendo créditos de optativas, segunda lengua y Trabajo Final de Grado

Modalidad: Presencial.

PRESENTACIÓN

La finalidad de esta asignatura es enseñar los fundamentos del proyecto y la construcción de estructuras en hormigón armado.

OBJETIVOS GENERALES/COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DEL TÍTULO

- Diseñar la propuesta estructural, constructiva, de forma coherente con el proyecto arquitectónico, integrando criterios de factibilidad técnica, económica, ambiental y normativa.
- Comprender y analizar la construcción en hormigón armado (estructura y albañilería) con importancia en el manejo de planos arquitectónicos y estructurales, detalles de cantidades de obra, procesos constructivos, costos unitarios y presupuestos.

CONTENIDOS

Suelos, cerramientos provisionales, excavaciones, cimentaciones, aceros en plintos, aceros en columnas, aceros en, cadenas, aceros en vigas, aceros en losas, tipos de hormigones, encofrados, cadenas, columnas, losas, análisis de precios unitarios, presupuestos, detalles constructivos.

Contenido teórico	Contenido de prácticas
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción al estudio de suelos. 2. Cerramientos en general. 3. Excavaciones. 4. Introducción al hormigón armado. 5. Acero para armaduras. 6. Introducción al hormigón. 7. Transporte 8. Introducción al hormigón armado. 9. Recubrimientos en el hormigón. 10. Encofrados. 11. Deformación en las estructuras. 12. Momentos de corte. 13. Momentos de torsión. 14. Punzonamientos. 15. Análisis de Precios unitarios. 16. Presupuestos. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Laboratorio de Ingeniería PUCE. Características de los suelos, toma de muestras, pruebas de compresión del hormigón, módulo de Young. 2. Hormigoneras. Toma de muestras de hormigón para análisis de carga, calidad de los áridos, cono de Abrahams, cilindros, asentamientos. 3. Taller Desarrollo en el aula de detalles constructivos, APU y presupuestos.

Tabla 6: Tabla de contenidos teórico-prácticos de la materia CeH

Instrumentos	Realización/criterios	Peso	Competencias genéricas	Resultados
Prueba escrita teoría	Preguntas teórico prácticas y definiciones. Evalúan principalmente conocimientos teóricos El estudiante debe tener un mínimo de 4/10 para aprobar la prueba escrita.	10 puntos	A1, A6, A8, A9	1
Prueba escrita ejercicios	Dos ejercicios similares a los resueltos y propuestos. Evalúan principalmente habilidades. Es necesario obtener un mínimo de 4/10 para aprobar la prueba escrita.	15 puntos	A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9	1, 2, 4
Ejercicios propuestos por el profesor	El estudiante resuelve en casa y entrega tareas propuestas. Se evalúa habilidades.	5 puntos	A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, A15	1, 2, 4
Memoria de prácticas y entrega de maqueta	El estudiante resuelve en casa entrega de memorias practicas evaluamos habilidades y competencias.	15 puntos	A1, A2, A3, A5, A6, A7, A8, A9, A15	2, 3, 4
Lectura	El alumno expone al curso y responde en forma oral a preguntas.	5 puntos	A1, A2, A3, A6, A7, A8, A9, A15	1, 2
Asistencia a clase	Todas las clases se pasa lista obteniendo al final del curso un porcentaje de asistencia.	Sin puntaje	A3, A10	1
Evaluación formativa	Realización de examen tipo test en clase y corrección de la prueba de un compañero. evalúa el proceso de aprendizaje.	Sin puntaje	A1, A6, A8, A9, A10	1

Tabla 7: Estrategias de evaluación de la materia "Construcciones en hormigón"

1.2.2 Estrategias didácticas utilizadas actualmente en “CeH”

A continuación se describen las estrategias didácticas que se utilizan actualmente en la materia de “Construcciones en Hormigón”, de igual forma esta información se ha rescatado directamente de la planificación de una clase ejecutada recientemente en la FADA de la PUCE.

Clase/Actividad	Práctica Docente	Trabajo del estudiante	Evaluación
Teórica	Utilizando herramientas audiovisuales exponemos conceptos y los estudiantes plantean sus dudas.	Toma de apuntes, en forma <i>presencial</i> , expone las dudas.	1
		Estudio de la asignatura, en casa, <i>no presencial</i> .	1,5
Resolución de Problemas tipo, casos prácticos.	Analiza casos prácticos, creando metodología resolutoria de problemas, restando importancia a los resultados. se proponen casos prácticos, utilizando alumnos voluntarios con límite de tiempo.	<i>Presencial</i> , participación activa, el estudiante debe resolver ejercicios.	1
		<i>No presencial</i> Estudio de la materia, resolución de ejercicios propuestos dejados en el aula virtual.	2
Taller de prácticas en el aula	Se resuelven problemas de diseño y dibujo de detalles constructivos, se elaboran especificaciones técnicas, APU y presupuestos.	<i>Presencial</i> , participación activa, el estudiante resuelve problemas propuestos en el aula.	0,5
Evaluación formativa	Al final de cada capítulo se realizan pruebas, y se corrige en el aula, no tiene peso en la evaluación final del alumno, pero sirve para reforzar los contenidos si es pertinente.	<i>Presencial</i> Se realiza un examen y será corregido por su compañero, resolución de dudas.	0,4
Visita a Obras	O Instalaciones en la que la actividad esté relacionada con el programa de trabajo.	<i>Presencial</i> Se realiza <i>In situ</i> el estudiante debe entregar un informe de la vista.	0,2
Examen	Evaluación escrita, recepción de trabajos, maquetas.	<i>Presencial</i> Se realiza en el aula	0,1
*Seminarios	Se propone el estudio por grupos de temas distintos o aleatorios al syllabus.	<i>Presencial</i> profundiza los temas tratados, explicación de los temas por los alumnos	0,2
			7,5

Tabla 8: Estrategias didácticas tradicionalmente aplicadas en la cátedra de CeH

Nótese que todas las actividades tienen su calificación ponderada, que aporta a la calificación final de toda la cátedra de CeH.

3.2.3 RESULTADOS DE APRENDIZAJE

La cátedra de “Construcciones en Hormigón”, prevé que los estudiantes alcancen los siguientes resultados de aprendizaje:

1. Comprender el manejo de planos estructurales y detalles constructivos en rubros específicos de la obra arquitectónica.
2. Evaluar volúmenes de obra, Análisis de Precios Unitarios y presupuestos mediante el uso de hojas de cálculo.
3. Comprender la incidencia de la mano de obra en cada uno de los rubros y su aplicación práctica en el avance de obra.
4. Aplicar en el diseño de detalles constructivos las especificaciones técnicas de acuerdo materiales del sitio.

Si bien todos los resultados de aprendizaje tienen la misma jerarquía, la secuencialidad de la materia hace fundamental que el primer resultado se alcance en su totalidad, ya que el manejo de planos estructurales y detalles constructivos (que cognitivamente incluye principalmente la capacidad de abstraer o pensar un objeto en tres dimensiones -3D) afecta de manera directa el desempeño de los alumnos en los otros resultados de aprendizaje, en el caso particular de esta cátedra es preocupante que muy pocos estudiantes adquieran desde el inicio el pensamiento tridimensional, ya que esto los afecta a lo largo de toda la propuesta de estudio, este problema puede describirse en dos breves premisas:

Primera: Conocimiento en 3D de los estudiantes no llega al estándar mínimo

Segunda: Lo aprendido sobre 3D no es significativo (no se mantiene en la memoria)

En síntesis, se aprende poco en lo referente a la abstracción en tres dimensiones, y lo poco que se aprende no queda fijado en el estudiante de la materia, esto significa que los actores del proceso de enseñanza aprendizaje deben esforzarse bastante para obtener productos mínimos.

1.3 Estrategias Didácticas con Realidad Aumentada

Dentro del ámbito mundial existe una tendencia orientada a optimizar los recursos educativos para facilitar el aprendizaje de los estudiantes en las ramas del saber utilizando las nuevas tecnologías de información y comunicación, sin embargo muy pocas propuestas abordan con sentido integral (Técnico, pedagógico y didáctico) la integración de las tecnologías (peor aún las emergentes) en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La Facultad de Arquitectura de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador, por años, es una institución que brinda beneficio a la sociedad con educación de calidad impartiendo conocimientos en base a recursos tradicionales como presentaciones, videos, documentos impresos, entre otros, si bien estas estrategias hacen un uso de tecnologías a través de gestores de presentación o aplicaciones de reproducción de videos en realidad no son de aporte significativo al estudio de arquitectura, o al caso puntual de la materia de Construcciones en hormigón. Adicional a lo anterior, una limitante importante a la hora de generar conocimientos con el uso de tecnologías de información y comunicación es la falta de soporte técnico y metodológico por parte de la Facultad en el desarrollo de objetos de aprendizaje específicos a ser utilizados en aulas virtuales o material educativo didáctico de especialidad.

En general, objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada pueden aplicarse directamente en las siguientes estrategias didácticas:

- **Presentación oral:** La exposición o charla magistral del profesor, que generalmente se acompaña de una presentación con diapositivas, puede estar acompañada de un elemento de RA, que acompañe el discurso arquitectónico con ejemplos que no son esquemáticos, sino que representan la realidad fielmente.
- **Simulaciones:** La representación de un lugar, o escenario deja de ser una descripción escrita o gráfica en dos dimensiones, para dejar el paso a una representación que simula la realidad de forma profunda, desde la estructura interna hasta la externa.
- **Estudios de caso:** Se pueden realizar objetos de aprendizaje con RA que presenten problemas arquitectónicos reales, esta posibilidad didáctica es sumamente potente, pues se substituye la pregunta cerrada y compleja, que muchas veces no cubre todas la aristas de un problema, por la presentación viva de fisuras, flexiones, humedad tomados de casos reales de construcción.

Por supuesto, la creatividad del profesor, así como la flexibilidad de la tecnología de RA, podrían viabilizar que *Objetos basados en Realidad aumentada* sean utilizados en pruebas, debates, trabajos de campo u otras estrategias.

1.4 Aplicación de RA a la Materia Construcciones en Hormigón.

La factibilidad de presentar la realidad aumentada en la Facultad de Arquitectura y en particular en la asignatura de Construcciones en Hormigón, va a generar un huella virtual que pretende sea exteriorizada y útil, pero que además no se quede solamente como herramienta operativa para entornos educativos sino sea una aplicación que permita hallar soluciones a problemas reales, y por tanto sea apta para uso en el campo profesional.

Si bien es cierto que en el campo educativo los alcances de la realidad aumentada aún están inexplorados, se puede realizar una propuesta inicial para adaptar el microcurrículo y luego

imaginar (ya sobre una base y experiencias previas) nuevas aplicaciones pedagógicas en otras asignaturas que permita la tecnología. Específicamente en la asignatura CeH, es factible modelar objetos en tres dimensiones sobre espacios físicos, utilizando un elemento base que posteriormente va a ser animado, manipulado por el teclado o por el ratón, los estudiantes entonces por lo novísimo del elemento visualizan desde "sitios diferentes sin cambiar de ubicación" y aún más pueden incluir datos inherentes a la problemática estudiada.

La exploración de sitios y situaciones reales a través de objetos de aprendizaje RA, integra la teoría y la practica sin salir del aula, acortando tiempos y proyectando cualquier tipo de modelos arquitectónicos: escaleras, estructuras, encofrados, etcétera. La intención es crear un puente entre la realidad y la situación de aprendizaje donde el protagonista siempre será el estudiante. Finalmente, se espera que las actividades con realidad aumentada permitan desarrollar la percepción del estudiante de Construcciones en Hormigón, de manera que sea capaz de identificar detalles que de principio no pudieron ser percibidos por los sentidos, simplificando lo complejo e intuir la dimensión en el espacio. Para insertar las TIC en la materia de Construcciones, se presenta a continuación una alternativa de programación detallada de la gestión a realizar en el aula.

MICRO UNIDAD DE ANÁLISIS			
	INVESTIGACIÓN	FORMACION	PRODUCCIÓN Y APLICACIÓN
Estructura y Organización	Investigación del conocimiento	Enseñanza	Gestión del Conocimiento
	El aula, salidas de campo y el entorno. Realidad Aumentada, que requiere salas acondicionadas (asientos cómodos, ventilación e iluminación) y bibliotecas virtuales multimediales. Aplicación de talleres dinámicos de trabajo, aulas virtuales, chat, internet, foros, redes sociales.	Se trabajara en equipo en las actividades dentro del aula como en las salidas de campo, resolución de ejercicios, elaboración de informes que impliquen la discusión de ideas respetando el criterio de los demás y a través de los objetos de aprendizaje Vincular el proceso constructivo con el entorno sin que afecte o altere el medio ambiente	Posibilidad de generar trabajo en equipo, responsabilidad social, dominio de los conceptos emitidos en el aula Manejo de TIC aplicadas a la arquitectura
Tiempo	80 horas	Docencia total 80 horas, Horas semanales 15 Evaluación total 50 pts. Trabajo autónomo del estudiante 80 h	80 horas de trabajo

Estructura y organización	Investigación del conocimiento	Enseñanza	Gestión del Conocimiento
Metodología del Trabajo	En el horario establecido	Dinámico Procedimientos Observación Experimentación Comparación Aplicación Técnicas Elaboración de detalles constructivos, trabajos dirigidos. Estudios de caso Autoevaluación	Docencia 80 horas 10 horas semanales
Integración del conocimiento	Luego de un análisis y diagnóstico, por medio de la motivación, lograr un aprendizaje significativo.	Aprendizaje critico-constructivo	80 horas de trabajo

Tabla 9: Unidad de análisis - CeH

Si bien es cierto que la RA es una herramienta ágil al momento de ser utilizada y socializada entre los docentes, no es menos cierto que habrá de modificarse la estructura curricular existente con nuevas estrategias de aprendizaje, por tanto es pertinente proponer un modelo de Integración de Saberes (PIS) que permita potenciar el desempeño docente y la comprensión del docente para generar nuevos y más complejos conocimientos.

Objetivo	Eje transversal	Relación con otras asignaturas	Resultados de aprendizaje y evaluación	Organización
Al final del periodo debe estar el estudiante en la capacidad de: conceptualizar y visualizar los elementos estructurales que intervienen en una construcción	El docente se obliga a conceptualizar todos los temas, estimular a los alumnos. Elaborar temas para investigación de los dicentes, y asociarlos a formas de construir que no afecten a la seguridad de las edificaciones, procesos constructivos secuenciales y lógicos, utilización de planos estructurales y análisis de precios unitarios para presupuestos.	Se articula con Dibujo Arquitectónico, diseño de detalles constructivos, con Matemáticas, elaboración de precios unitarios, Estructuras, la forma como actúan los materiales, Investigaciones, Sostenibilidad y sustentabilidad, Ética y valores. Urbanismo,	Trabajo en grupo y entrega de una maqueta virtual utilizando RA. Presentación de cuaderno de trabajo día a día, con lo realizado en casa y dirigidos en taller. Elaboración de detalles constructivos. Presentación utilizando PREZY de un libro que detalle obras realizadas por un arquitecto referente. Examen individual final sobre 15 pts. Y los temas tratados son evaluados sobre 25 pts.	Las tareas se realizan en grupo, tanto en aula (talleres) como el autónomo son discutidos estos ensayos siempre respetando el criterio personal y dirigido por el docente.

Tabla 10: Modelo de integración de saberes

Una vez realizada la oferta conceptual de aprendizaje es necesario incluir todos los componentes de la planificación considerando la *Acción educativa* como la integración de los saberes y tomando en cuenta las competencias que permitan al estudiante realizar/aplicar con éxito el conocimiento, esto se aborda en la siguiente tabla.

EJES	Desempeños cognitivos	CeH	Ambiente del aprendizaje	Perfil docente		
				Saber	Saber Hacer	Ser
¿Que conocimientos debe tener el alumno que cursa el segundo semestre de arquitectura?						
SABER	Conceptos básicos	<p>Conocimiento básico de materiales y equipos de la construcción.</p> <p>Mano de obra</p> <p>Topografía y nivelación.</p> <p>Mamposterías</p> <p>Tipos de suelos</p> <p>Cerramientos</p> <p>Encofrados instalaciones en general.</p> <p>Planos de detalles</p> <p>Cerramientos provisionales</p> <p>Excavaciones y cimentaciones</p> <p>Cálculo y Tipos de materiales</p> <p>Instalaciones de oficina</p> <p>Acero en plintos y cadenas</p> <p>Acero en columnas y vigas.</p> <p>Hormigones</p>	Aulas virtuales de la FADA	<p>Dominio de cada uno de los conceptos básicos impartidos en el semestre</p>	<p>Ser diestro al momento de resolver problemas inherentes a la construcción y Transmitir en perfecto lenguaje oral y escrito.</p>	<p>Estar comprometido con el aprendizaje del Estudiante con actitud para solventar todas las inquietudes</p>
¿Que debe saber hacer?						
SABER HACER	<p>Aplicaciones básicas del conocimiento disciplinar: Procesos y procedimientos</p> <p>Manejo de las NTIC y otras tecnologías para aprendizaje disciplinario.</p>	<p>Señala, predice el comportamiento y de las estructuras</p> <p>Aplica los conocimientos teóricos en la resolución de problemas</p> <p>Manejo del software para dibujar estructuras, simuladores. Procesadores de texto, presentaciones</p> <p>manejo de ambientes virtuales de aprendizaje</p>	Aula y ambiente virtual	<p>Dominar todos los aspectos teóricos y prácticos necesarios para que el estudiante entienda, casos concretos de aplicación y resuelva problemas.</p>	<p>Conocer los entornos virtuales y transformar en objetos de aprendizaje para que el estudiante obtenga una guía metodológica para construir su conocimiento.</p>	<p>Distinguir capacidades individuales de los docentes y anima el trabajo colaborativo, aumenta fortalezas y disminuye debilidades de los alumnos.</p>
¿Cómo debe ser su actitud/comportamiento?						
SER	<p>Cuál es la manera más fácil de aprender de tal manera que nos permita ordenar y sistematizar el aprendizaje.</p> <p>Optima utilización del lenguaje, razonamiento verbal, escrito y oral.</p> <p>Resolver problemas, Creación y despeje de variables, relaciones, conjeturas.</p> <p>Transferencia de conocimientos y su relación con el entorno.</p>	<p>Ordenado, disciplinado, analítico, critico, debe saber sintetizar el conocimiento, trabajar en equipo, utilizar lo aprendido para aplicar en la solución de problemas concretos</p> <p>Lenguaje verbal y corpóreo adecuado. Argumentos lógicos conocimiento del lenguaje técnico constructivo.</p> <p>Utilizar una actitud investigadora y relacionada con metodología e identificar variables para ser utilizadas en la resolución de problemas.</p> <p>Utilizar lo asimilado y resolver problemas del entorno</p>	Aula y entorno virtual	<p>Establecer tipos de aprendizaje y comunicación adecuados para los estudiantes y canalizar una mediación en el proceso de enseñanza.</p>	<p>Agrupar a los docentes de manera que el trabajo intelectual generen grupos de trabajo colaborativo que potencien los resultados de aprendizaje</p>	<p>Provocar una dinámica de trabajo abierto, crítico organizado, eficiente, eficaz propositivo demostrativo y ecuánime.</p>

Tabla 11: Propuesta de aprendizaje

Considerando la planificación microcurricular a través de la Unidad de análisis, y la integración de saberes prevista para el uso de la RA en la cátedra de Construcciones en Hormigón, la siguiente figura resume el enfoque multidisciplinario y multidimensional de los elementos y relaciones que se proponen en la enseñanza de CeH, adicionando el componente de la Realidad Aumentada junto con los contenidos, enseñanza, valores, compromisos y contexto.

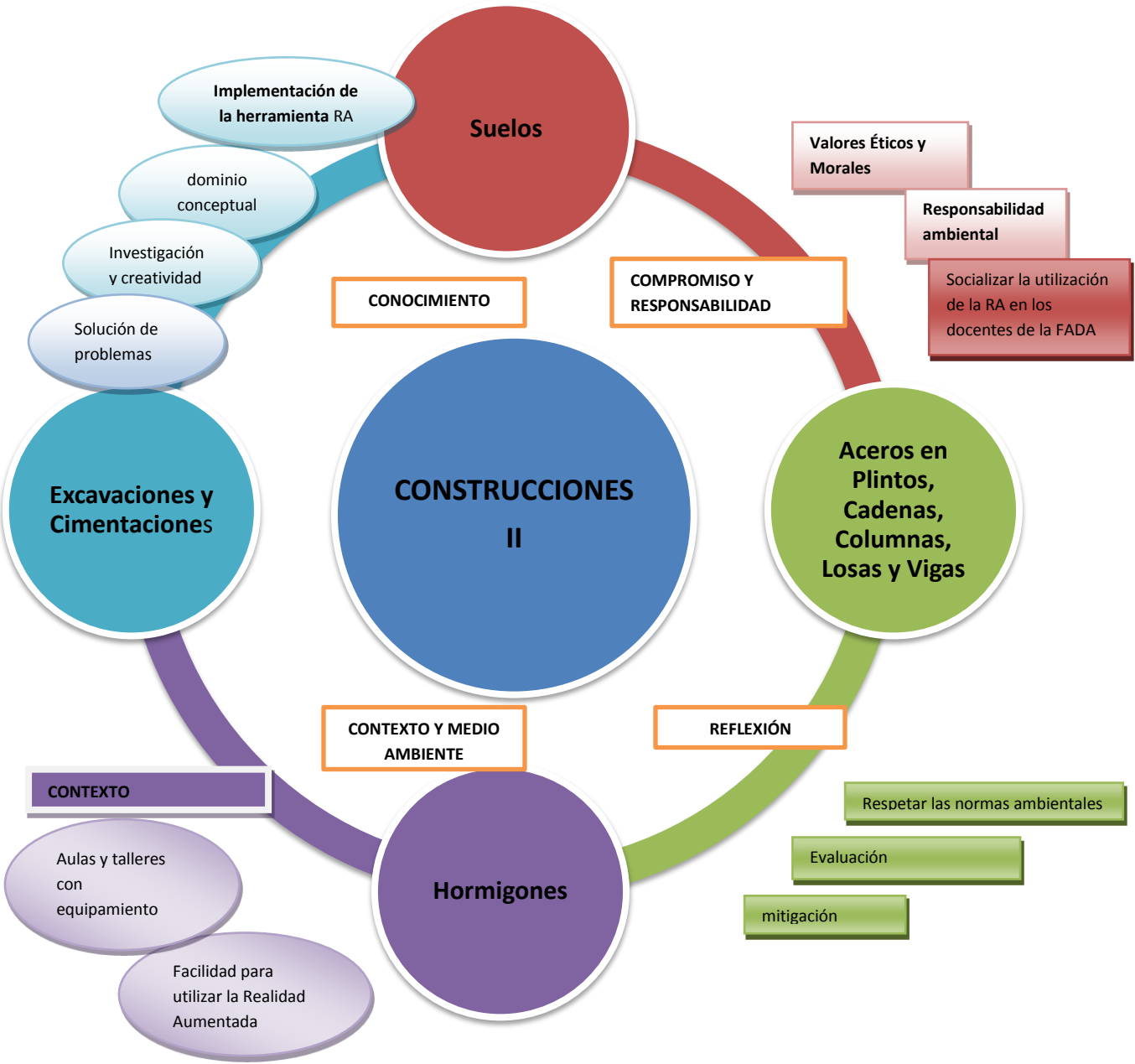


Ilustración 11: Sistema conceptual y las interacciones que se utilizarán para el aprendizaje con RA en la cátedra CeH

En lo referente a la ilustración, se pueden diferenciar claramente los elementos fundamentales de la cátedra (Componentes), así como sus relaciones que se expresan verbalmente en forma de contenidos:

Componentes:

- a) Suelos
- b) Excavaciones y cimentaciones
- c) Hormigones
- d) Aceros en plintos, cadenas, losas y vigas

Contenidos:

- Macro: Entorno Estudio de los sistemas constructivos estableciendo un comportamiento ético de respeto con el entorno, analizar medidas de mitigación ambiental.
- Meso: Estudio de La construcción en general y la incidencia que tiene con la población.
- Micro: Estudio de los elementos constructivos que intervienen en la obra gris y saber la incidencia que va a provocar en el dicente la utilización de las TIC en general y la RA en particular.

De igual manera, la inserción de las TIC en la planificación, obliga a replantear los objetivos específicos de la materia, como se propone a continuación:

Objetivos:

- Ampliar los conocimientos adquiridos en el curso inmediato anterior, desarrollar los procesos constructivos relacionados con el plan curricular de la FADA y utilizar las NTIC en beneficio de una mejor comprensión dimensional del alumno.
- Permitir mediante los conceptos y el uso de las NTIC, a que los alumnos puedan, interpretar teóricamente el racional funcionamiento de los materiales.
- Analizar la naturaleza de los materiales, el impacto de su utilización en el medio ambiente y la forma de mitigar sus efectos de manera ética beneficiando al ser humano.

Tomando en cuenta que esta propuesta la vamos a realizar dentro del aula para la asignatura CeH es importante además tener una estructura jerárquica que va desde lo más simple a lo más complejo, considerando incluso los procesos de evaluación que deben generarse, para ello será importante tomar en cuenta la Taxonomía de Bloom para bosquejar las metas que se pretende alcanzar con el grupo de estudiantes de CeH en la carrera de arquitectura, las mismas que se definen a continuación.

Resultados de aprendizaje:

- Conocer, analizar y diferenciar los diferentes tipos de elementos estructurales (plintos, cadenas, columnas, encofrados) que intervienen en una estructura de Hormigón Armado.
- Comprender a la estructura y su funcionamiento como elemento vinculante en la seguridad del ser humano en general.
- Explicar la estructura y función de todos y cada uno de los elementos desde el estudio de suelos, pasando por el cálculo estructural, hasta la construcción de cualquier tipo de edificación bajo normas específicas de seguridad como establecen los códigos de la construcción.
- Describir la importancia de la construcción en hormigón armado empleando la RA y otros recursos didácticos integrando una visión de conjunto estructural y funcional.
- Demostrar habilidades manuales y de destreza en el manejo y utilización y aplicación de los equipos, materiales y técnicas constructivas con seguridad sin exponer ni exponerse a situaciones de peligro.
- Trabajar en equipo dentro del aula como en las prácticas fuera de ella, propendiendo al intercambio, discusión, respetando las ideas de los demás.
- Relacionar la construcción con el medio ambiente respetando sin alterar su entorno.
- Comprender las fallas estructurales como un defecto y mencionar como una patología constructiva, defectos que no deberían provocarse si el estudiante toma conciencia de que la construcción es un proceso tecnológico.

Esta propuesta de aprendizaje en arquitectura está acorde a los procesos tecnológicos que permiten las TIC, y en particular la realidad aumentada, utilizando la lógica del conocimiento e instrucción estudiantil. Se ha cuidado que todos los contenidos estén organizados de manera incluyente y relevante sin olvidar la secuencia técnica de una construcción, tomando en cuenta la búsqueda de una comprensión y significación fácil y menos complicada. Por ser una asignatura que se da en el segundo semestre de la carrera se pretende que el alumno con la utilización de estas herramientas tecnológicas este en capacidad de comprender y analizar la construcción en hormigón armado, *mirar* detalles constructivos, especificaciones técnicas, presupuestos y aplicarlos de manera integral en las solución de problemas propuestos o la vida profesional misma, generando curiosidad e iniciativa.

CAPÍTULO 4: CONSTRUCCIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN RA PARA LA MATERIA DE “CONSTRUCCIONES EN HORMIGÓN”

4.1 IMPLEMENTACIÓN DE OBJETOS DE APRENDIZAJE CON REALIDAD AUMENTADA

Para la creación de objetos de aprendizaje basados en realidad aumentada, se procederá a seleccionar una herramienta que cumpla con los siguientes criterios:

- Admita la generación de objetos de aprendizaje con todas sus características.
- Permita la compartición abierta, libre, sin restricciones, al menos en el ámbito académico.
- Diseñada para el usuario final, es decir que no requieran conocimientos informáticos avanzados para su utilización, es fundamental para asegurar que el equipo docente acepte la aplicación.
- Acceda a crear objetos de fácil compartición, en diversos ambientes como plataformas de educación virtual, redes sociales, blogs.

4.2 APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS CON R.A.

A lo largo de esta tesis hemos podido evidenciar como la Realidad Aumentada constituye una excelente herramienta para el apoyo del aprendizaje de la Arquitectura y en particular de la materia “Construcciones de Hormigón”.

Para iniciar el trabajo con Realidad Aumentada partiremos utilizando la tecnología GPS (Sistemas de geolocalización), a través de la aplicación gratuita “Google Earth”, que mediante capturas fotográficas gratuitas, genera modelos en 3D de edificaciones icónicas a nivel mundial, de esta manera se dispondrá de material introductorio mediante el cual se explicaran los principios de la Arquitectura y técnicas de construcción con hormigón.

Del mismo paquete de “Google” se utilizará una herramienta llamada “SketchUp”, para diseño y modelado básico en 3D, este software se puede emplear con licencia educativa que permite acceder a descuentos significativos, por otro lado también se utilizará la plataforma llamada “Trimble” que es una galería 3D comunitaria, que permite descargar volúmenes y cuerpos útiles para la generación de objetos de aprendizaje.

Una característica especial de “Trimble” es que está vinculada a “Google Earth” por lo que todos los modelos 3D de los edificios y monumentos están almacenados en la misma y son de acceso y descarga libre, por tanto se dispondría de la “materia prima” necesaria para que utilizando un software de realidad aumentada se puedan preparar los objetos de aprendizaje objeto de esta investigación.

La imagen que se muestra a continuación fue realizada como parte de este proyecto, el modelo fue adquirido mediante toma de fotografías en todos los ángulos de la maqueta de la PUCE que se localiza en el 3er Piso del Edificio administrativo, una vez adquiridas todas las vistas de la misma, se generó un modelo utilizando el software para generar el generación de realidad aumentada llamado “Aumentaty⁵” del cual se ampliarán sus características más adelante.



Ilustración 12: Maqueta de la PUCE realizada a través de tecnología RA

La figura anterior demuestra como la aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de la Arquitectura (y porque no en el ejercicio de la misma) facilitaría en gran medida el poder visualizar las características y detalles de las edificaciones, además de los beneficios de interactuar con un modelo 3D de manera sencilla, modelos “impresos” en una hoja común que es reconocida por el computador personal.

Al comparar esta posibilidad con los elementos tradicionales, se puede concluir que estos últimos son costosos y/o difíciles de implementar pues en la práctica alcanzar resultados similares significaría entregar una maqueta a cada estudiante, demás está decir que por cada objeto de aprendizaje (una hoja de papel) su contraparte tradicional sería una nueva maqueta.

4.3 DESARROLLO DE CONTENIDOS CON R.A.

Aplicaciones que facilitan el diseño de Realidad Aumentada

Como se indicó anteriormente para desarrollar objetos de aprendizaje basados en Realidad Aumentada se seleccionó un software que permita gestionar imágenes en 3 dimensiones y asociarlas a símbolos o marcas que serán impresos en un papel común, esto permitirá que el estudiante pueda “manipular” el objeto en 3D virtualmente, al manipular el papel común con lo que se espera que mejore su capacidad de interpretación volumétrica.

⁵ Aumentaty es un software que permite armar proyectos de Realidad Aumentada para no programadores, mantiene versiones gratuitas de ejecución funcionales para computadoras y dispositivos móviles

Dicho programa se denomina “Aumentaty”, el mismo es de autoría española, y permite la generación de realidad aumentada de manera muy amigable al usuario y sin mayor dificultad, lo cual es deseable totalmente ya que debe ser usado tanto por estudiantes como por profesores (Nativos y migrantes).

Su implementación es muy fácil en la enseñanza de cualquier asignatura pero especialmente en Arquitectura, ya que en esta rama hay mucho material de construcciones gratuito en la Web (Como el ya citado Trimble), además de la digitalización en 3D se lo hace gracias al software SketchUp de Google, que tiene la capacidad de tomar imágenes o “vistas” para generar cuerpos o volúmenes.

Precisamente para conseguir los modelos de 3D que se emplean en la Realidad Aumentada, existen múltiples opciones de acceso libre, además de los repositorios de objetos 3D, se puede optar también por el diseño y desarrollo, en este caso se dispone de Blender que es un software de diseño gráfico open-source.

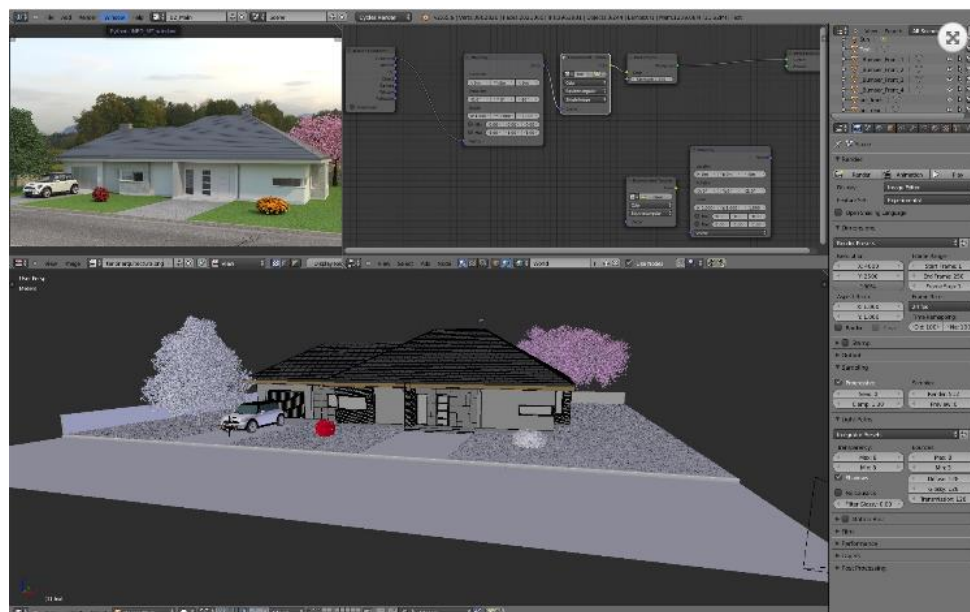


Ilustración 13: Ejemplo de modelado en 3D con Blender⁶

También se puede emplear el software de captura de imágenes y generación de modelos 3D de autoría de Autodesk “123D Catch” cuya cualidad es poder generar modelados 3D a partir de capturas de imágenes fotográficas, de esta manera a través de las vistas básicas de un objeto la posibilidad de obtener figuras tridimensionales es prácticamente ilimitada, pudiéndose capturar no solamente edificaciones, sino objetos de todo tamaño, e incluso seres vivos como plantas, animales o incluso seres humanos.

⁶ (Pla, 2013)(Véase Imagen 24)



Ilustración 14: Ejemplo de Modelado en 3D "123Catch"⁷

Las facilidades que brinda 123D Catch es que se puede emplear con dispositivos móviles inteligentes (iPhone, iPad, Android) o como un aplicación web y como software independiente en la computadora, sin embargo vale la pena decir que es privativo.

En general, y más aún en la rama de la Arquitectura, existen un conjunto importante de opciones para acceder o diseñar elementos en 3D, lo cual no es objeto de esta investigación, lo que se desea concluir es que además del material gratuito ya disponible en galerías 3D, se puede generar con relativa facilidad material 3D propio, integrando vistas de un objeto (un edificio, por ejemplo) a través de paquetes gratuitos disponibles en la Web.

4.3.1 Diseño de Realidad Aumentada empleando Aumentaty

Si bien existen varias aplicaciones que permiten generar objetos de RA se decidió el uso de este software debido a que:

- Presentaba el interfaz más amigable para el desarrollo, factor fundamental para que el uso de la herramienta se masifique en especial en el equipo docente.
- Cuenta con un reproductor gratuito (Viewer), es decir que los proyectos creados en el paquete de desarrollo (Author) pueden ser visualizados fácilmente entre los estudiantes, sin necesidad de adquirir licencias o similares.
- Adicionalmente, por ser de creación española, tanto el interfaz como los manuales están en idioma español, lo cual permite acceder a manuales y experiencias de uso con facilidad

⁷ (Autodesk 123D) (Véase Imagen 25)

A continuación se detalla paso a paso el uso de Aumentaty para generar un archivo que contenga Realidad Aumentada, que además sea útil para la enseñanza en la cátedra de CeH, el propósito es que este texto sea base para generar manuales y guías útiles para la práctica docente en la FADA.

Primero hay que recordar que el paquete de Aumentaty cuenta con dos aplicaciones, “Aumentaty Author” y “Aumentaty Viewer”. El primero es el que permite la generación y desarrollo de contenido 3D y el segundo es el que permite la ejecución o visualización del proyecto de manera sencilla, en un primer momento, el *Author* estaría a cargo del profesor como herramienta para generación de objetos didácticos y el *Viewer* sería distribuido entre los estudiantes (o se explicarían los medios de descarga) , dicho esto se procede a describir el uso del desarrollador de objetos de aprendizaje.

Al abrir “Aumentaty Author” tendremos la siguiente interfaz:



Ilustración 15: Interfaces de Aumentaty Author

En general, el interfaz se divide en tres campos, un campo de “Creación”, el campo de “Visualización” y el campo de “Manipulación”.

El campo “Creación” reúne todas las herramientas para que la aplicación genere un modelo 3D y lo relacione con una de las figuras 2D que se imprimirán en una hoja de papel común, el campo de “Visualización” es el espacio donde se observan los modelos que el programa genera, mientras que el campo de “Manipulación” permite rotar, hacer zoom, o mover los cuerpos que se esté trabajando en el programa.

Dentro del campo “Creación”, se puede observar que en el recuadro negro estan las opciones para “Capturar imagen”, lo que puede ser a través de imágenes de una cámara fotográfica o a través de una cámara conectada al computador (Una cámara USB o una integrada a un equipo portátil por ejemplo), de esta forma se podría emplear en el trabajo una fotografía del entorno o visualizar el objeto mediante una señal de video en tiempo real.

Continuando, en el recuadro rojo se encuentran todos los modelos de marcadores disponibles que se emplean para captura de patrones, y donde se visualiza el modelo 3D que se genera con la realidad aumentada. Estos patrones son las imágenes binarias (blanco y negro) que se imprimen en papel, las cuáles son relacionadas con un modelo 3D único, de forma que cuando la cámara detecta este patrón, proyecta sobre el mismo el modelo asociado, los movimientos que se realice en el papel se reflejarán en movimientos del modelo.

El recuadro azul muestra todos los modelos 3D que se dispone en el paquete para asociarlos a los marcadores para ser estos los que se visualicen como realidad aumentada. Con el botón de “Importar” se puede añadir cualquier modelo 3D o imagen 2D que se quiera visualizar como realidad aumentada, se puede importar modelos de varios sitios o generarlos mediante aplicaciones especializadas, como ya se describió anteriormente.

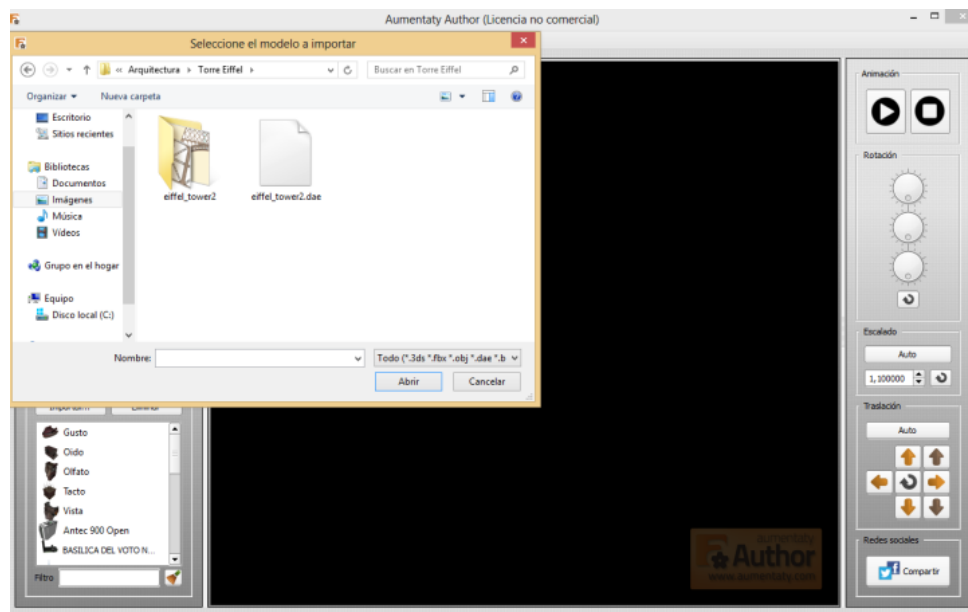


Ilustración 16: Ejemplo de recuperación de Modelo 3D en Aumentaty

De esta manera ya tendremos vinculado un modelo 3D a la aplicación Aumentaty, e inmediatamente se procede a asociar el modelo a un marcador.

En este caso asociamos el modelo a un marcador con una simple operación “Drag and Drop” que consiste en seleccionar el modelo 3D visible en el recuadro azul y lo arrastramos hasta la imagen del marcador que deseamos (ubicado en el recuadro rojo).

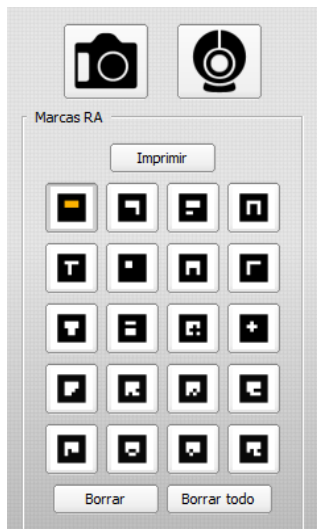


Ilustración 17: Captura de marcadores para asociación de modelos 3D en Aumentaty

Cuando el marcador tome un color amarillo tendremos realizada una asociación de un modelo a dicho marcador. Aumentaty permite asociar varios modelos a varios marcadores.

Realizado esto se ejecuta una prueba del objeto en realidad aumentada.

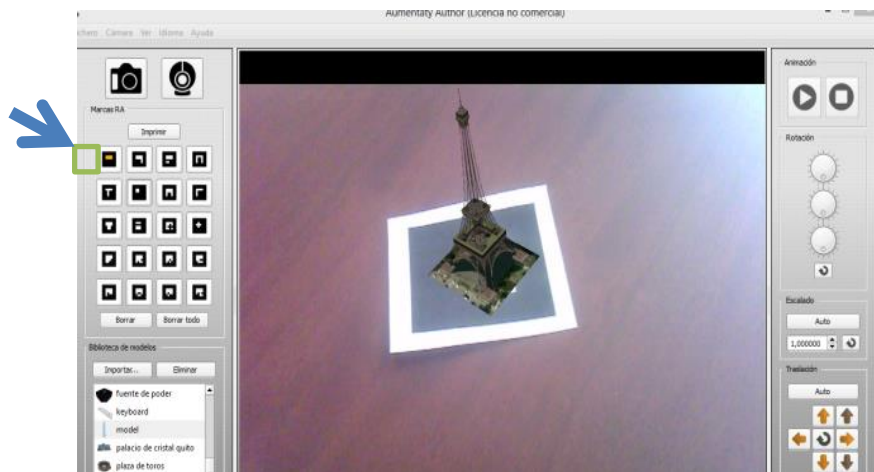


Ilustración 18: Ejemplo de ejecución de Aumentaty

Así se puede observar que automáticamente se genera el modelo de realidad aumentada, en esta etapa se puede editar la ubicación del objeto respecto al marcador (símbolo que el programa asigna para poder imprimirlo, con el software se mostrará a la cámara de la computadora portátil el marcador y se verá en las 3 dimensiones la imagen correspondiente.)

El campo “Manipulación” es el que tiene opciones de ubicación del objeto referentes a la rotación del mismo (ilustración 19), acercamiento (Ilustración 20) o cualquier otro movimiento que se podría hacer con un objeto 3D real.

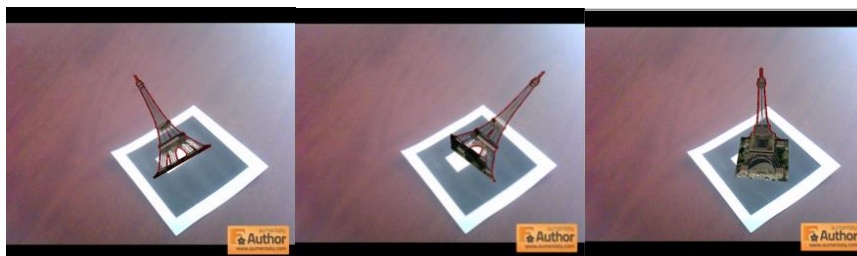


Ilustración 19: Rotación de figura 3D



Ilustración 20: Acercamiento (Zoom) de figura



Ilustración 21: Traslado de figura

Finalmente, en el mismo campo, se pueden utilizar los controles para trasladar al objeto en un eje en especial como muestra la ilustración 21.

Entendido el funcionamiento básico, vale la pena decir que se pueden hacer asociaciones múltiples entre marcadores y modelos, en un solo proyecto se pueden colocar hasta 20 modelos, es decir veinte cuerpos que pueden manipularse simultáneamente en la misma sesión, esta característica permite agrupar figuras e información relacionada según la clase o unidad académica a enseñarse.

Como ejemplo de lo anterior, se emplearán dos objetos cuya información se expondrá simultáneamente: el primero describe la Arquitectura de un edificio icónico de New York (Chrysler Building) y el segundo un teclado de computadora.

Siguiendo los pasos descritos anteriormente, a cada uno de los objetos se asigna un marcador, el mismo que posteriormente es impreso en papel, y finalmente se muestra a la cámara del computador para su reconocimiento, este último paso se muestra en la siguiente ilustración.



Ilustración 22: Reconocimiento de patrones simultáneos

Luego de vincular los modelos a los respectivos marcadores se observarán los mismos con realidad aumentada, en el monitor, se reitera que los movimientos aplicados al papel se reflejarán en el modelo 3D asociado en la aplicación.



Ilustración 23: Generación de modelos 3D en marcadores simultáneos

De esta manera se crean todos los modelos que sean necesarios dentro de cada proyecto. Para guardar un proyecto lo único que se requiere es seleccionar en la “Barra de menú”, la opción fichero y “Guardar escena”, esto generara un archivo de tipo “.aty” que se puede modificar posteriormente con el mismo paquete “Aumentaty Author”.

Para crear el archivo ejecutable, que solo contenga la opción de visualizar el contenido, en la “Barra de menú” seleccionamos la opción fichero y luego “Exportar a viewer”, que permite generar un archivo ejecutable en “Aumentaty Viewer”, este archivo es tipo “.atx”

Este archivo exportado es el material a entregarse a los estudiantes de manera inicial para que puedan observar los modelos con el “Viewer” del programa

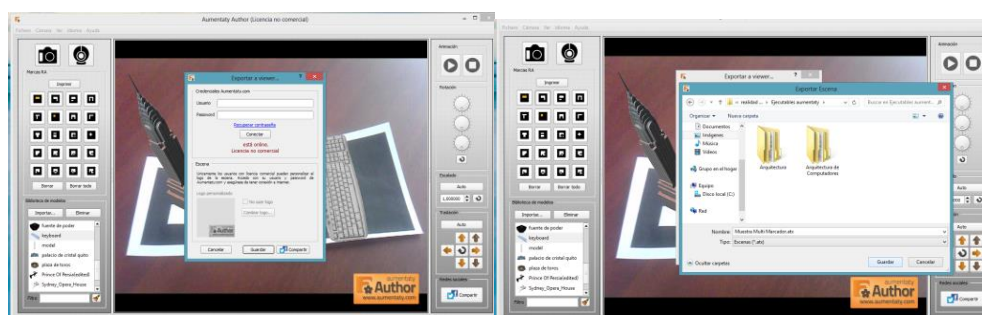


Ilustración 24: Exportación de archivos a "Viewer"

Con esto ya se tiene creado un proyecto de realidad aumentada, a continuación se describe como el mismo creador o un estudiante podría visualizar el proyecto generado por el profesor una vez que le ha sido entregado el proyecto con los modelos respectivos. La siguiente figura muestra cómo se ven los archivos una vez que el proyecto ha sido guardado en el paquete “Author”.



Ilustración 25: Proyecto y archivos ejecutables con RA

En la carpeta del proyecto se tendrán dos archivos, el “.atx” ejecutable y el “.aty” que corresponde al editor y creador de realidad aumentada, para la visualización seleccionamos el ejecutable, el cual se abrirá en “Aumentaty Viewer”:



Ilustración 26: Pantalla inicial de Aumentaty Viewer

En esta pantalla se pueden seleccionar tres opciones: Primero se debe proceder a la impresión de las marcas o marcadores que se requieren para poder visualizar los objetos que constan en este proyecto, dando click en esta opción se va directamente a la ventana de impresión del computador que se esté utilizando.

Como segundo paso es necesario el ajuste de cámara, el que permite seleccionar la cámara que captará la señal en tiempo real del entorno y reconocerá el marcador de cada objeto del proyecto. La siguiente figura muestra la ventana de configuración de cámara:

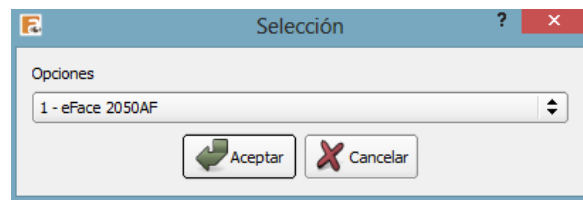


Ilustración 27: Configuración de cámara en el "Viewer" de Aumentaty

Una vez configurada la cámara resta el tercer paso que es el de “Empezar”, que permite al estudiante interactuar con el proyecto de realidad aumentada.

Hasta aquí se ha descrito el funcionamiento de los marcadores y la creación de los objetos en RA a través de Aumentaty, a continuación se tienen otros ejemplos de objetos vinculados a marcadores con realidad aumentada, por ejemplo en las siguientes imágenes se puede apreciar realidad aumentada de las maquetas de la “Pontificia Universidad Católica del Ecuador”, las cuales están ubicadas en el edificio administrativo.

La ilustración 28 es una captura de la maqueta del “Campus PUCE Nayón” específicamente es el edificio de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales.

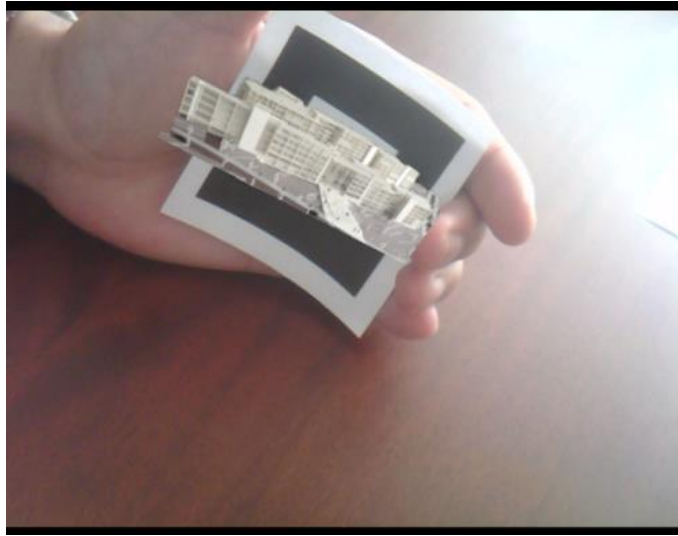


Ilustración 28: Imagen con RA de PUCE Nayón

La imagen que se muestra a continuación corresponde a un modelo de la vista del campus universitario con perspectiva de norte a sur.



Ilustración 29: Vista N-S del Campus PUCE

El coliseo de la PUCE también es capturado en el sistema, nótese la facilidad con que se pueden adquirir modelos 3D, para el estudio de cualquier volumen, y en especial los edificios u objetos arquitectónicos.

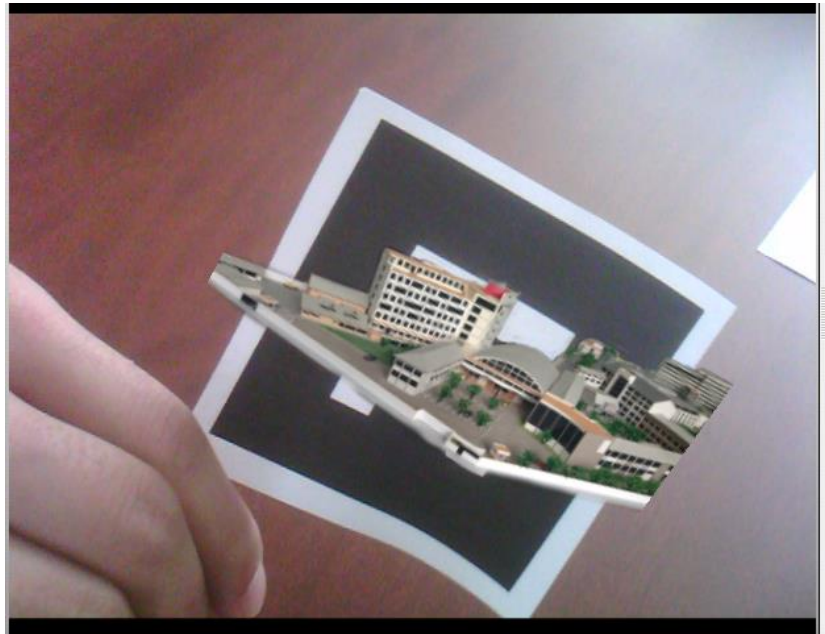


Ilustración 30: Coliseo PUCE con RA

En el capítulo 3 se mencionaba que se espera que las actividades con realidad aumentada permitan desarrollar la percepción del estudiante de Construcciones en Hormigón, de manera que sea capaz de identificar detalles que de principio no pudieron ser percibidos por los sentidos, simplificando lo complejo de comprender la dimensión en el espacio.

A continuación expondremos un objeto de Realidad Aumentada que representa a un plinto de hormigón, objeto que puede ser ahora fácilmente manipulado por el estudiante:

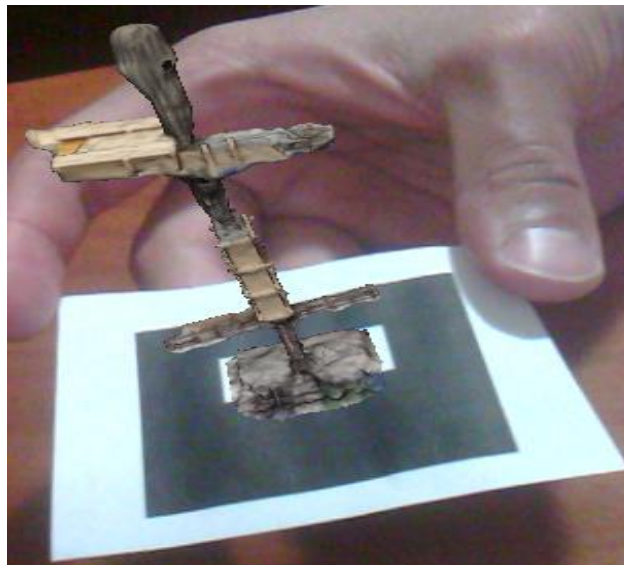


Ilustración 31: Plinto de hormigón en RA

En uno de los anexos de este trabajo de titulación se pueden apreciar más modelos referentes a la aplicación de realidad aumentada en el ámbito de Arquitectura.

4.3.2 REALIDAD AUMENTADA APLICADA A LA ARQUITECTURA MEDIANTE TRABAJO COLABORATIVO

Vale la pena exponer otra aplicación que está relacionada con la enseñanza de la Arquitectura es una “plataforma de trabajo colaborativo” de autoría de Antonio Suazo Navia, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

La plataforma explora la posibilidad de crear mediante la web diseño arquitectónico de manera colaborativa, empleando realidad aumentada para la visualización de proyectos arquitectónicos propuestos por los alumnos, de alguna forma se establece un documento colaborativo de tipo “Google Drive” pero aplicado a volúmenes y cuerpos arquitectónicos.

“Como forma de abordar este escenario, y su replicabilidad en un taller colaborativo on-line, se comenta una experiencia académica que implementa un sistema de AR para visualizar algunos de los proyectos arquitectónicos propuestos por los alumnos a fin de someterlos a exposición pública“ (Suazo Navia, 2008)

La idea de esta plataforma es que se incorporan cámaras en el lugar donde se va a diseñar la edificación, y mediante la plataforma colaborativa los estudiantes y el profesor tienen acceso en tiempo real a la visualización del sitio y también mediante marcadores que se instalaran en la zona pueden colocar sus diseños en el taller y visualizarlos en tiempo real.

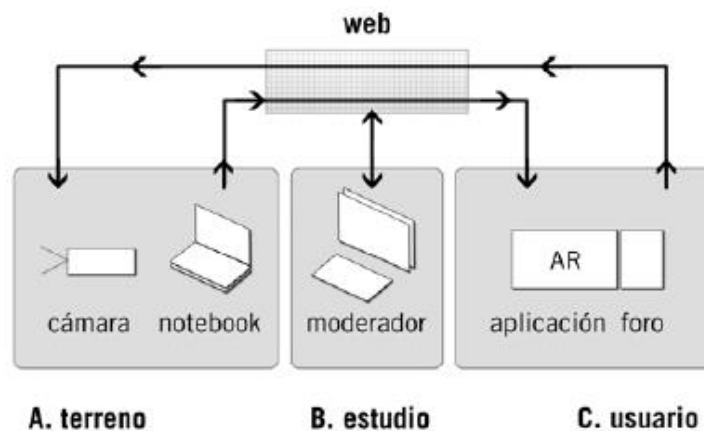


Ilustración 32: Diagrama de bloques para plataforma educativa de Arquitectura (Suazo Navia, 2008)

Podemos observar el diagrama con el cual funcionaria la plataforma, teniendo en cuenta que el moderador entre los usuarios y el terreno sería la plataforma web.

A continuación se coloca un ejemplo de cómo trabaja la plataforma, en el cuadro (A) se ven los marcadores colocados en el terreno, y en el cuadro (B) podemos notar que en el terreno está incorporado el modelo 3D de arquitectura, con realidad aumentada, una simulación casi perfecta de la realidad.

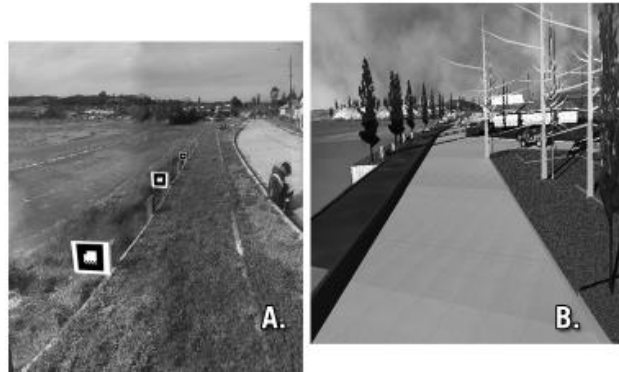


Ilustración 33: Aplicación de RA en Plataforma educativa (Suazo Navia, 2008)

Esta plataforma permitiría generar nuevos modelos de estudio, y a la vez disponer de una base de datos colaborativa de diversos “Casos de estudio” arquitectónicos que podrían generarse y compartirse con facilidad a través de la red.

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- La utilización de las TIC beneficia directamente la comprensión dimensional del alumno y su desempeño en la abstracción de cuerpos volumétricos.
- La exploración de sitios y situaciones reales a través de objetos de aprendizaje RA, integra la teoría y la práctica sin salir del aula, acortando tiempos y proyectando cualquier tipo de modelos arquitectónicos: escaleras, estructuras, encofrados, etcétera pueden tener una versión “Virtual”.
- En el caso de la realidad aumentada la integración de la teoría y la práctica es armónica, ya que la información y datos van sintonizados con lo que se percibe en la realidad, de esta forma el estudiante adquiere una amplia autonomía ya que dispone de guías teóricas válidas que lo acompañan en su aprendizaje.
- Los cambios tecnológicos se producen a un ritmo vertiginoso y repercuten en la sociedad y en los individuos, el reto es adaptarse a esta situación y diseñar políticas educativas que no limiten el futuro que nos puedan ofrecer las disrupciones tecnológicas.
- Es importante animar a la comunidad educativa a incorporar las redes sociales como herramienta pedagógica, utilizar herramientas educativas digitales para que sean modificadas y adaptadas a las necesidades didácticas puntuales en la facultad.
- En el proceso pedagógico considero que si bien es cierto la tecnología es importante no es definitiva, en cambio la metodología debe integrar la adaptación, integración y explotación de las tecnologías en beneficio de nuestros discentes.
- Los proyectos de integración de las tecnologías han dejado de ser simples proyectos de educación y se han transformado en proyectos de innovación tecnológica.

5.2 Recomendaciones

- El aprendizaje y la formación deben ser continuos a lo largo de toda la carrera, por tanto es importante integrar docentes como componente principal en la integración de las TIC.
- Las brechas digitales deberían ser niveladas no solo en el aspecto social sino también, con las diversas estrategias que el alumno tenga al utilizar las tecnologías y como va a utilizar.
- Es imposible determinar hasta donde podremos llegar con las tecnologías en el futuro, de la misma manera es impredecible establecer y cuantificar las habilidades y destrezas requeridas a los estudiantes, por tanto creo significativo desarrollar competencias digitales independientes de los software enfocadas en la resolución de problemas.

- Será importante que exista una permeabilidad entre la realidad que viven los estudiantes fuera de la universidad (participación de la comunidad universitaria, redes sociales, etc.).
- Esta conexión lejos de debilitar o minimizar el papel de la enseñanza en la universidad y en la facultad, lo refuerza, en especial de los docentes, que somos los agentes del cambio indispensables para integrar las Tic en la educación. Esto exige una adecuada planificación de estrategias en la formación del docente.

BIBLIOGRAFÍA

- HINICH, R. (2006). *El fin de Hardware; Un nuevo enfoque a la Realidad Aumentada*. 2° ed. Nueva York. Booksurge.
- OLIVER, B. y RAMESH, R. (2005). *Realidad Aumentada espacial: Real Fusión y los mundos virtuales*. 1° ed. Berlin. AK Peters.
- WOODROW, B. y THOMAS, C. (2001). *Fundamentos de Informática usada y Realidad Aumentada*. NJ. Lawrence Erlbrams.
- De URRAZA, J. (2006). *La Realidad Aumentada*. Barcelona Ed. Univ. Católica
- GARRIDO, R. y GGARCIA, A. (2006). *Técnicas de interacción para sistemas de realidad aumentada*. Edit. Labein. Bizkaya.
- NEGRETE, M. (2010). Investigación aplicada de las técnicas Augmented Reality para la presentación y simulación en tiempo real de proyectos de diseño, Ed. Universidad Católica. Santiago de Chile.
- HUGES, N. (1997): "The University Theatre". <http://kuhttp.cc.ukans.edu~theatre/cad.html>.
- JAMSA, K., SCHMAUDER, P., YEE, N. (1998): VRML. Biblioteca del Programador. Madrid, McGraw-Hill.
- JONES, H. (1995): Virtual reality applications. Londres, Academic Press.
- MACDONALD, V. (1994): Interacting with virtual environments. Chichester, Wiley.
- MCCARTHY M., DESCARTES, A. (1998): Reality Architecture.. Londres, Prentice-Hall.
- PESCE, M. (1996): VRML para Internet. México, Prentice-Hall.
- PÉREZ, G. (1995): "Introducción a la Realidad Virtual. <http://cecusac.gdl.iteso.mx>.
- SHERMAN B., JUDKINS, P. (1994): Glimpses of heaven, visions of hell: virtual reality and its applications. Londres, Hodder & Stoughton.
- VINCE, J. (1998): Virtual Reality Fast. Berlin, Springer. The Virtual Reality Modeling Language Specification", Agosto 1996. <http://www.vrml.org/VRML2.0/FINAL>

ENLACES

- **TOP 10: Lo mejor de la Realidad Aumentada**
<http://www.neoteo.com/top-10-lo-mejor-de-la-realidad-aumentada.neo>
Neoteo.com, septiembre de 2009. Artículo que recoge algunos ejemplos de realidad aumentada valorados como los más interesantes. Algunos de ellos son complejos, mientras que otros pueden ser reproducidos en nuestros propios móviles y ordenadores con una simple cámara web, muestra de que esta tecnología continúa madurando y desarrollándose.
- **Realidade Virtual e Aumentada: Conceitos, Projeto e Aplicações**
<http://www.ckirner.com/download/livros/Livro-RVA2007-1-28.pdf>

Claudio Kirner y Robson Siscoutto (eds), Rio de Janeiro (Brasil). mayo, 2007. Recopilación de presentaciones realizadas en el Presimposio del IX Symposium on Virtual and Augmented Reality.

- **Foro de Innovación sobre Realidad Aumentada** <http://www.innovauoc.org/foruminnovacio/2010/02/video-10e-forum-dinnovacio-realitat-aumentada>
Febrero 2010. Contenidos del Foro de Innovación sobre RA desarrollado por la Oficina Abierta de Innovación de la Universitat Oberta de Catalunya.
- **Delicious: Realidad aumentada** <http://delicious.com/tag/hz10ib+augmentedreality>
Siguiendo este enlace se llega a los recursos etiquetados para este ámbito y esta edición del Informe Horizon. Para añadir otros a la lista, simplemente hay que etiquetar los recursos con «hz10ib» y «augmentedreality» al guardarlos en Delicious