

Uso de la Realidad Aumentada como Plataforma Educativa en la Visualización Arquitectónica

Evaluación del Grado de Satisfacción y Usabilidad por parte del Alumnado

David Fonseca, Nuria Martí
Arquitectura La Salle
Universitat Ramon Llull
Barcelona, Spain
{fonsi, nmarti}@salle.url.edu

¹Isidro Navarro, ²Ernest Redondo, ³Albert Sánchez
Universidad Politécnica de Cataluña - Barcelona Tech.
Barcelona, Spain
^{1,2}{isidro.navarro, ernesto.redondo}@upc.edu
³asri@telefonica.net

Abstract— En el presente artículo analizamos los resultados obtenidos en la implantación de nuevas tecnologías en el ámbito docente de la visualización de proyectos arquitectónicos. A partir de la evaluación del perfil tecnológico de los alumnos, se ha propuesto el uso de diversos sistemas de Realidad Aumentada para la visualización mediante dispositivos móviles de distintos proyectos realizados en el grado de Arquitectura. El objetivo principal es evaluar si la metodología propuesta mejora el proceso de aprendizaje del alumno generando una respuesta de uso satisfactoria.

Keywords: *Realidad Aumentada; Estudios de Usuario; Educación; Arquitectura; Visualización.*

I. INTRODUCCION

La mejora de la docencia es un campo en constante estudio y evolución, y al igual que sucede con otras áreas como la comunicación o el entretenimiento, ninguna de ellas están exentas de quedar ligadas a la evolución tecnológica. Los desarrollos tecnológicos están modelando día a día cómo la sociedad se relaciona, comunica, entretiene o aprende.

Internet, las redes sociales, los “Smartphone” y las tabletas de última generación, son tan solo algunos de los dispositivos o sistemas que están cambiando la forma de ver e interactuar con nuestro entorno. Ya sea para los momentos de ocio, para solucionar tareas de trabajo, o simplemente para comunicarse, estos sistemas han cambiado la sociedad actual, especialmente en los países desarrollados.

Partiendo de la anterior afirmación, la docencia y los procesos educativos no pueden quedarse anclados en el pasado. El nuevo espacio educativo europeo propugna nuevos modelos de docencia colaborativa que generen una mayor capacidad de auto-aprendizaje en el alumno, huyendo en la medida de lo posible de las clásicas “lecciones magistrales”. Pero estos ideales son de difícil implantación ya que gran parte del profesorado se ha formado en una era pre-tecnológica lo cual acentúa la brecha entre docentes y alumnos, también llamados “nativos digitales”[1], denominación debida a que desde su nacimiento han convivido con todo tipo de tecnologías tanto en el hogar como en la escuela.

En el presente artículo se analizan los resultados de una propuesta educativa centrada en el uso de los dispositivos móviles de los alumnos (teléfonos o tabletas) en la visualización 3D de proyectos arquitectónicos mediante Realidad Aumentada (RA) y enlazando información asociada a los mismos mediante códigos QR (*Quick Response*).

El objetivo principal del estudio es evaluar el grado de satisfacción y adaptación del alumno al uso de dichas tecnologías en su formación académica y respecto su perfil tecnológico. Trabajamos con la hipótesis inicial que el uso de tecnología amigable (del término inglés “*user friendly*” [2]), aporta un interés adicional por la materia, agilizando y mejorando la comprensión de los temas propuestos.

Para llevar a cabo el análisis de nuestros resultados y ver en qué medida se adecuaban a los objetivos propuestos, hemos realizado una revisión de metodologías previas [3], las cuales hemos adaptado al enfoque de nuestra investigación, con el fin de obtener resultados estadísticamente significativos.

II. ESTUDIOS DE USUARIO EN EL ÁMBITO DOCENTE

En la experimentación e investigación de hipótesis científicas en base a la respuesta del usuario, un aspecto fundamental radica en el correcto diseño y uso del llamado “test de usuario” o “encuesta de perfil” que permita la extracción de los datos a estudiar. Un error habitual es la simplificación de estos estudios al concepto de “usabilidad”, como definición que enlaza la facilidad de uso o interacción de un dispositivo físico o virtual con un usuario del mismo y sus capacidades humanas básicas [4]. Es por ello, que podemos afirmar la dificultad existente en establecer formas correctas y adaptadas según el ámbito de estudio para probar, medir, evaluar y comparar resultados cuantificables sobre la experiencia del usuario. Estos procesos demandan definir métodos, métricas, procesos y herramientas para la medición que se adapten a cada experimento [5].

Estos conceptos que son tenidos en cuenta de manera sistemática en el ámbito profesional de los estudios de usuario, de accesibilidad, o de usabilidad de cualquier tipo de aplicación informática o dispositivo físico, muchas veces se descuidan cuando lo que se evalúa es la respuesta de un estudiante a una encuesta determinada fruto de cualquier proyecto o trabajo de

investigación. Un error clásico es preparar preguntas que corroboren las hipótesis de estudio sin tener en cuenta que el diseño de la encuesta cumpla unos mínimos formales.

Si nos centramos en el ámbito docente, la tipología de test a emplear tiene habitualmente como objetivo principal la valoración de la usabilidad de nuevos procesos didácticos del proyecto formativo. Este enfoque significa que el tipo de preguntas deben estar orientadas a la metodología docente y no al proyecto en sí mismo, ya que la evaluación del proyecto se realiza con cuestionarios específicos relativos al mismo. De esta forma, y en función del método de formación y de los resultados obtenidos será posible reflexionar y cuestionar las hipótesis iniciales y revisar una implantación más eficaz de cómo los métodos docentes pueden incorporar las nuevas tecnologías de forma favorable.

En el diseño de encuestas para modelar la respuesta de implantación de una tecnología o tipos de ellas en los recursos docentes universitarios en función del perfil de usuario, destacan aquellas centradas en medir la eficiencia y la eficacia del curso, así como la opinión y grado de satisfacción y preferencias de los estudiantes [6].

Los parámetros más habituales que debemos tener en cuenta para evaluar un nuevo enfoque tecnológico en ámbitos docentes y siempre que nos centremos en el perfil del estudiante son el grado de conocimiento de las nuevas tecnologías, el uso dado de las redes sociales, aplicaciones informáticas conocidas, dispositivos que utilizan y su conocimiento del contenido teórico objeto del programa del curso. En nuestro caso nos hemos centrado en la aplicación de la realidad aumentada en la mejora docente, por otro lado ampliamente documentada en todo tipo de aplicaciones y modos de implantación [7] [8] [9] [10].

A. *Evitando un error clásico: la selección de la muestra*

Es fácil y lógico encontrar estudios en los que se extrapolan los resultados a una población general a partir de una muestra reducida, siendo una cuestión delicada y fruto de errores que habitualmente no se tienen en cuenta aunque afectan a las valoraciones obtenidas [11].

Cuando las investigaciones se realizan en centros universitarios se recurre de manera sistemática a los alumnos de asignaturas ligadas a un determinado entorno docente, estudiantes universitarios vinculados a una rama de conocimiento cercana al investigador o grupo que publica el trabajo, siendo innumerables las posibles referencias en las que basamos esta afirmación, así como especialmente destacable en los estudios psicológicos [12][13], y con ejemplos tan heterogéneos como los estudios religiosos [14], o casi seguro algunos de nuestros propios estudios).

Estas muestras suelen estar compuestas por jóvenes entre los 18 y los 28 años (periodo universitario), habitualmente compensados por sexos (pero no siempre, caso habitual según la carrera, no es lo mismo trabajar con estudiantes de un grado en ingeniería donde habitualmente la mayoría son hombres, que en psicología donde la tendencia en este caso serían mujeres), de una procedencia más o menos uniforme (mismo país o región), y un estrato social también habitualmente homogéneo (ya que podríamos afirmar que el acceso a un

determinado centro universitario suele estar condicionado a un nivel académico y económico, aspecto que diferencia a los alumnos de centros o facultades diferentes).

Este aspecto debe ser tenido en cuenta en el estudio y análisis de cualquier test en la implantación tecnológica en el ámbito educativo ya que no será lo mismo realizar dicha acción en un entorno con alumnos de clase media/alta en una zona geográfica con capacidad para adquirir y usar dichos dispositivos o aplicaciones que por el contrario hacer el mismo proyecto de implantación tecnológica en un área geográfica o facultado o entorno cuyos estudiantes no hayan podido tener esa “experiencia previa”, generándose lo que se define como brecha digital. En dicha línea y con el objetivo de definir muestras de estudio lo más compensadas posibles y válidas, podemos encontrar diversas iniciativas [15][16], centradas en la selección de muestras para estudios universitarios.

En el caso de estudios de implantación tecnológica en el ámbito universitario (caso que nos ocupa), la selección es más fácil que en el caso de estudios más generalistas, como pueden ser los ensayos médicos, psicológicos o relacionados con el mundo de la comunicación, siempre y cuando no acotemos el campo de estudio. Para nuestro trabajo y cómo el objetivo es evaluar la adaptación del alumno a la inclusión de determinada tecnología, no influyen tanto aspectos como la edad, el sexo o la procedencia pero sí el grado de experiencia previa en el uso de las tecnologías a evaluar, siendo por dicho motivo necesario la realización previa de una encuesta para evaluar el perfil de los usuarios.

Mientras, en cualquier investigación más generalista el diseño de la muestra a estudiar es de vital importancia para no cometer errores de apreciación: No sería válido utilizar tan solo estudiantes universitarios, sino que debiéramos diseñar una población que abarque toda la gama de edades, género, procedencia o estudios en los que estemos interesados en sacar lecturas concluyentes. Las diferencias culturales [17][18], de edad [19][20], o de género [21][22], aparte de estar ampliamente documentadas, podemos afirmar que inciden en diversos aspectos personales y por consiguiente en su respuesta delante de un estímulo cualquiera a evaluar (desde la capacidad verbal, personalidad, sexualidad, capacidad de adoptar riesgos e incluso en sus habilidades técnicas [23]).

B. *Realidad Aumentada y códigos bidimensionales*

La aparición, popularidad y cada vez más fácil acceso de los usuarios en general a teléfonos con cámara y prestaciones multimedia de conexión a Internet, así como más recientemente a las tabletas multimedia independientemente del sistema operativo con el que trabajan, ha generado una eclosión mundial en el uso de los códigos bidimensionales en cualquier ámbito social.

Se ha pasado de un uso industrial en procesos de almacenamiento y etiquetaje a un uso general en cualquier ámbito, especialmente en publicidad y ocio como podemos ver en la siguiente figura:



Figura 1.- Ejemplos de uso de los códigos QR.

Estos grafismos reciben el nombre de códigos QR (Quick Response Codes) o códigos BIDI (Bidimensionales), siendo sus principales ventajas respecto los tradicionales códigos de barra (ver Fig.2) su capacidad para almacenar una mayor información de diversos tipos, protección anti-errores (Fig. 3), fácil generación (Fig. 4), y multitud de opciones de consulta, impresión y personalización.



Figura 2.- Comparación entre código QR y código de barras [24].

	QR Code	PDF417	DataMatrix	Maxi Code
Developer(country)	DENSO(Japan)	Symbol Technologies (USA)	RVSI Acuity CiMatrix (USA)	UPS (USA)
Type	Matrix	Stacked Bar Code	Matrix	Matrix
Numeric	7,089	2,710	3,116	138
Data Alphabetic	4,296	1,850	2,355	93
capacity Binary	2,953	1,018	1,556	
Kanji	1,817	554	778	
Main features	Large capacity, small printout size, High speed scan	Large capacity	Small printout size	High speed scan
Main usages	All categories	OA	FA	Logistics
Standardization	AIM International, JIS, ISO	AIM International, ISO	AIM International, ISO	AIM International, ISO

Figura 3.- Características principales de los códigos BIDI [24].



Figura 4.- Ejemplo de generación de un código QR [25].

Una variación del código QR es el utilizado por programas de RA. Las llamadas “marcas”, no son más que códigos bidimensionales, habitualmente más simples, que mediante su scanner visual por la cámara del dispositivo y con la necesidad de tener instalado un determinado programa, este interpreta la

marca previamente almacenada en su sistema y posiciona un modelo 2D, 3D o una información cualquiera (también previamente almacenada en el sistema) encima del mismo, como podemos ver en la siguiente Figura:



Figura 5.- Visualización de un modelo arquitectónico 3D mediante el programa AR-media y su marca correspondiente.

En los últimos años, son muchos los estudios que han demostrado las posibilidades que ofrece esta tecnología en campos tan distintos como la medicina [26], en operaciones de mantenimiento y montaje [27], en turismo [28][29], museos, [30][31], o publicidad y marketing donde las empresas ven la realidad aumentada como una forma de diferenciarse de la competencia dando al usuario la posibilidad de acceder a experiencias visuales sorprendentes [32].

En algunos campos como el de la arqueología y el patrimonio histórico, se ha utilizado para visualizar reconstrucciones virtuales que permitieran explicar una intención, verificar hipótesis, o explicar un hecho histórico fruto de las investigaciones [33].

En el campo de la construcción, ingeniería, y arquitectura, algunos autores sugieren que es viable la introducción de la RA en distintas áreas como el diseño, la excavación, el replanteo, la inspección, la coordinación, o la supervisión de tareas, [34]. Concretamente en el campo de la arquitectura y el urbanismo, puede ser utilizada para predecir el impacto que tendrá una construcción sobre el paisaje [35]. Y en la rehabilitación de edificios, se ha ensayado como herramienta para visualizar mediante dispositivos móviles, y a escala 1:1, la apariencia final de la obra, pudiendo cambiar materiales, colores y texturas [36].

III. IMPLEMENTACIÓN Y RESULTADOS

El proyecto se ha modelado desde el área de CAD del Departamento de Arquitectura La Salle, campus Barcelona y se ha implementado en el curso académico 2011-2012 en la asignatura de tercer curso del grado de arquitectura: Sistemas de Representación, que se realiza en el campus de Arquitectura La Salle de Tarragona.

Para la realización del proyecto descrito en este artículo, hemos definido una serie de fases que nos deben permitir una obtención adecuada de los resultados y su posterior análisis de cara a comprobar las hipótesis planteadas. Las fases las podemos encontrar descritas en los siguientes apartados:

A. Definición de las hipótesis de trabajo

El primer aspecto a evaluar es el perfil tecnológico de los alumnos. A priori, estos son habituales usuarios de telefonía móvil, redes sociales e Internet y es necesario conocer el grado de consumo/uso de las mismas, de manera que podamos analizar la implicación que dicho uso conlleva.

Un segundo aspecto a evaluar ligado con el perfil de los estudiantes es el grado de conocimiento previo de la tecnología específica de realidad aumentada, el grado de interés que les suscita dicha tecnología tanto si les es conocida como si no, y en qué medida creen que les pudiera ser útil en sus estudios de arquitectura.

La relación entre las dos hipótesis previas y las relacionadas con el uso específico de la RA en los ejercicios propuestos nos permitirá evaluar si su uso y el grado de satisfacción que conlleva permite modificar la percepción previa de los alumnos.

De manera específica y para evaluar la adaptación de los alumnos al uso de la RA, evaluaremos el grado de satisfacción de la estructura del curso realizada, de los contenidos utilizados y finalmente de la dificultad de realización de los trabajos encargados.

Finalmente se estudiará si tal y como prevemos, el alumno considera el uso de la RA un sistema interesante en la visualización del proyecto arquitectónico, no solo en el caso concreto de esta asignatura sino también en su futuro docente y profesional, así como en qué dispositivo es más adecuado el trabajo con dicha tecnología.

B. Diseño Metodológico de las encuestas

La encuesta será un cuestionario que se facilitará a los participantes en formato papel. Las preguntas de eficacia y eficiencia se han creado utilizando una escala tipo Likert, según la cual, a la pregunta el encuestado le asignará una valoración numérica. El valor asignado indica el grado de acuerdo o desacuerdo con respecto a la pregunta en una escala de 5 puntos, de forma que se responde el cuestionario valorando con precisión el grado de acuerdo sobre las afirmaciones [37].

La escala de Likert es la escala más utilizada en la investigación de los medios masivos, donde cada opción es valorada y las respuestas de cada encuestado son sumadas para obtener una puntuación única sobre un tema [38]. Consiste en un conjunto de ítems presentados en forma de afirmaciones o juicios ante los cuales se pide la reacción de los encuestados eligiendo uno de los cinco criterios indicados en la siguiente tabla:

TABLE I. ESCALA DE LIKERT.

Valor	Equivalencia
1	Totalmente desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

El diseño final tanto de la encuesta inicial correspondiente al perfil de usuario, como la final de evaluación del curso y la

tecnología, han sido publicadas y son consultables en la 7ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, Madrid, 2012 [3].

C. Cronología de trabajo

El tipo de formación tiene como objetivo desarrollar habilidades para que los alumnos de arquitectura presenten sus proyectos con nuevas herramientas que aplican la tecnología de la realidad aumentada. La formación se integra en el programa de una asignatura donde los alumnos han experimentado previamente con técnicas tradicionales (edición de imagen digital, modelado 3D y maquetas). Teniendo en cuenta estos antecedentes, pueden ser capaces, al finalizar el proyecto, de realizar una comparación entre ambos métodos de representación.

El grupo de trabajo está formado por 9 estudiantes de arquitectura y un profesor. La clase dispone de ordenadores de sobremesa, aunque los ejercicios del proyecto se realizan con los ordenadores portátiles de los propios alumnos y una cámara web de alta definición.

El proyecto se realiza en dos sesiones de 5 horas. Estas sesiones están repartidas en dos ejercicios cada una, haciendo un total de cuatro prácticas. Éstas se componen de una explicación teórica de introducción al ejercicio y metodología. En cada práctica los alumnos deben presentar los resultados al conjunto de la clase para su discusión.

El diseño de las encuestas se realizó a lo largo del 2011, y los datos mostrados en este artículo se han recogido de los ejercicios llevados a cabo en el primer semestre del curso académico 2011-12 (septiembre-febrero).

D. Resultados

Para la comprensión de los resultados y los gráficos adjuntados en este apartado debemos indicar que en el eje de las abscisas hemos situado el grado de valoración de cada respuesta: de 1 (menor valoración) a 5 (máxima valoración), según la Tabla 1, del apartado anterior. En el eje de las ordenadas encontramos el número de respuestas obtenidas para cada pregunta las cuales han sido codificadas por colores y agrupadas por figuras según la temática de las mismas.

De los resultados obtenidos de la encuesta realizada a inicio de curso y que nos permite aproximar el perfil tecnológico de los estudiantes podemos extraer los primeros datos que nos reflejan un interés elevado (aproximadamente un 75% de la clase) por la tecnología en general. El 100% de los estudiantes se conectan a Internet tanto en casa como en la universidad, principalmente usando ordenadores portátiles y en menor medida con dispositivos móviles. La conexión más utilizada es del tipo WI-FI (90%), combinada con tipo ADSL (75%). Tan solo el 25% de los estudiantes encuestados trabaja con conexiones 3G a Internet con dispositivos móviles.

Los servicios más empleados son principalmente el correo electrónico (100%), navegadores y descargas (75%) y consultas universitarias relacionadas con arquitectura (100%). El uso de chats, blogs, o consulta de noticias se sitúan en una frecuencia de uso más reducida (sobre el 25%).

Los resultados de esta encuesta de perfil previo nos permiten afirmar que los estudiantes si bien están interesados de partida en las tecnologías, estas las usan principalmente por motivos formativos o de ocio y centradas en el ámbito concreto de las necesidades expuestas, es decir no usan tecnologías que no les son requeridas a priori como podría ser la RA. Veamos a continuación la percepción a priori que tienen sobre dicha tecnología (Figura 5.):

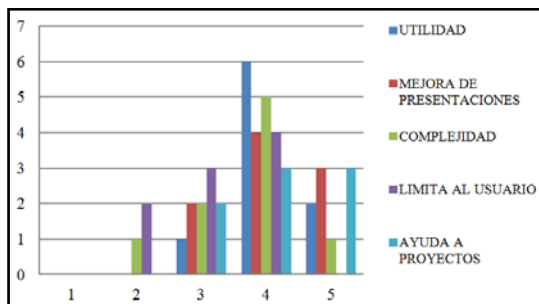


Figura 5.- Resultados de Realidad Aumentada

Los alumnos reflejan una visión inicial de la RA que podríamos resumir como una tecnología compleja de implementar y de cara al usuario final, pero que puede ser útil en la presentación de sus proyectos.

Realizada la experiencia docente, los alumnos fueron preguntados de manera más específica por sus valoraciones en diversos apartados técnicos relacionados con el uso de la RA en la realización de los trabajos solicitados. En la Figura 6., podemos ver los resultados obtenidos en la evaluación del Material de soporte utilizado:

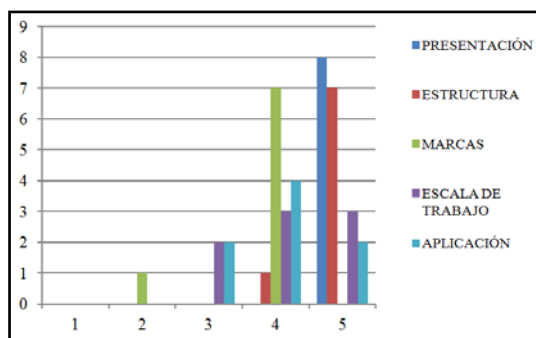


Figura 6.- Resultados del material de soporte.

La respuesta a la interacción de los alumnos con los materiales específicos para la realización del proyecto y su visualización mediante RA la hemos agrupado en la siguiente Figura 7:

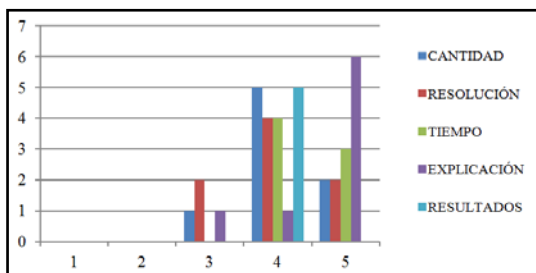


Figura 7.- Resultados de Material

Como podemos observar, de nuevo se obtienen resultados altamente satisfactorios en dicha interacción (mayoría de respuestas puntuadas con 4 ó 5 según la Tabla 1), siendo posiblemente la calidad (resolución) y cantidad de opciones disponibles en la visualización las que podrían quedar más afectadas.

Preguntados de manera genérica por el uso de la RA en la visualización de proyectos arquitectónicos los resultados obtenidos (Figura 8), son los siguientes:

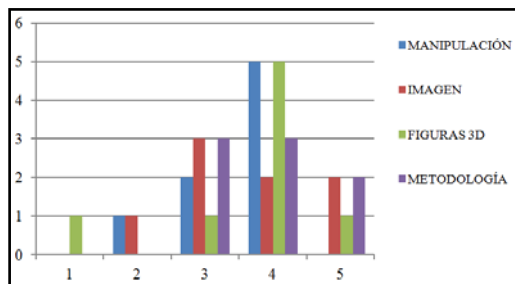


Figura 8.- Resultados de Tecnología RA

Los resultados obtenidos reflejan las peores valoraciones en cuanto a la calidad de la imagen obtenida y en menor medida con un balance más positivo que negativo pero que refleja la necesidad de mejorar en dichos aspectos, la dificultad metodológica de trabajo y manipulación con la RA, así como la visualización de modelos 3D complejos (tipología de objetos en los que el 80% de los alumnos reflejan la necesidad de mejorar la facilidad de uso). Analizando de manera detallada los resultados de las encuestas y los dispositivos utilizados, atribuimos las diferencias obtenidas a dos aspectos principales: las características técnicas diferenciadas entre ordenadores portátiles y teléfonos móviles (dispositivos utilizados), y la experiencia previa de los alumnos en el uso de dicha tecnología, en la mayoría de casos siendo esta su primera experiencia.

IV. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

En base a los resultados obtenidos y partiendo del objetivo inicial de estudio que era comprobar si el uso de tecnología conocida por los alumnos en un ámbito docente aportaba un valor añadido y satisfactorio en su proceso educativo, podemos concluir que dicha hipótesis no es del todo concluyente: por un lado se valora positivamente el uso de móviles, portátiles, tabletas, pero al ser en la mayoría de casos la primera experiencia usando técnicas de RA, se ha reflejado una dificultad de usabilidad que afecta a su nivel de satisfacción.

Los alumnos han valorado la experiencia de forma muy positiva, destacando los materiales tanto de soporte como de realización de los ejercicios propuestos, pero se han encontrado con dificultades en los aspectos más destacables de la visualización como son la resolución y calidad de los modelos así como el trabajo interactivo con los proyectos 3D, aspectos puramente tecnológicos.

Finalmente destacar que la experiencia ha generado un interés creciente en los alumnos para seguir usando y ampliando sus conocimientos en el uso de la RA para la visualización e interacción con sus proyectos arquitectónicos.

Dicho aspecto, nos permite afirmar que las tecnologías interactivas y móviles de visualización ligadas especialmente al campo de la realidad aumentada, deberán sustituir o al menos convivir con los sistemas de representación tradicionales como son los paneles impresos y las maquetas.

REFERENCES

- [1] Nativos Digitales. Niños y jóvenes frente a la tecnología: Internet, videojuegos y móviles. 2007, Consultado Abril 2012, www.nativos-digitales.net.
- [2] Tyson, L. Critical theory today: A user-friendly guide, Garland Pub, New York, 1999.
- [3] Navarro, I., Fonseca, D., Redondo, E., Sánchez, A., Martí, N., Simón, D., Uso de la Realidad Aumentada como Plataforma Educativa en la Visualización Arquitectónica., en Proc. De 7ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnológías de la Información, Madrid 2012. Pp.685-690.
- [4] Nielsen, J. Usability Laboratories: A 1994 survey. Usability Labs survey. Behaviour & Information Technology vol. 13. 1994.
- [5] Xperience_Consulting, La medición de usabilidad: una ventaja competitiva. Consultado Nov. 2009. www.xperienceconsulting.com/imagenesup/whitepaper_testea_ev_alua_y_decide.pdf
- [6] Martín-Gutiérrez, J. Estudio y evaluación de contenidos didácticos en el desarrollo de las habilidades espaciales en el ámbito de la ingeniería, Tesis doctoral, 2010, pp. 690-691.
- [7] Kaufmann, H., Dünser, A., Summary of Usability Evaluations of an Educational Augmented Reality Application, *HCI International Conference*, Peking, 2007, Vol 14, LNCS 4563, pp. 660-669.
- [8] Green, S., Chase, G., Chen, X., Billingham, M. Evaluating the Augmented Reality Human-Robot Collaboration System. *15th International Conference on Mechatronics and Machine Vision in Practice, IEEE Computer Press*, 2008, pp. 548-553.
- [9] Seokhoe, J., Hyeongseop, S., Gerard, J.K., Viewpoint Usability for Desktop Augmented Reality, *International Journal of Virtual Reality*, Vol 5, (3), 2006, pp. 33-39.
- [10] Henderson, S., Feiner, S., Evaluating the Benefits of Augmented Reality for Task Localization in Maintenance of an Armored Personnel Carrier Turret, *International Symposium on Mixed and Augmented Reality (ISMAR '09)*, 2009, pp.135-144.
- [11] Heckman, J. J., Sample selection bias as a specification error, *Econometrica, Journal of the Econometric Society* 47, 1979, pp.153-161.
- [12] Schaefer, A., Nils, F., Sánchez, X., Philippot, P., Assessing the effectiveness of a large database of emotion-eliciting films: A new tool for emotion researchers, *Cognition & Emotion*, 24 vol.7, 2010, pp.1153-1172.
- [13] Gross, J.J., Levenson, R.W., Emotion Elicitation Using Films, *Cognition and Emotion*, 9 vol.1, 1995, pp.87-108.
- [14] Wolf, M.R., The interaction of students' scientific and religious discourses: two case studies, *International Journal of Science Education*, 19 vol.2, 1997, p.125-146.
- [15] Hampton-Reeves, S., Mashlter, C., Westaway, J., Lumsolen, P., Day, H., Hewertson, H., Hart, A., Students' Use of Research Content in Teaching and Learning. *Joint Information Systems Council (JISC)*, 2009.
- [16] Regulatory Services, Guidance for enrolling University Students as Research Subjects & Using Student Subject Pools, *University of Texas*, 2005.
- [17] Mesquita, B., & Walker, R., Cultural differences in emotions: a context for interpreting emotional experiences. *Behaviour Research and Therapy*, 41 vol.7, 2003, pp. 777-793.
- [18] Matsumoto, D., & Ekman, P., American-Japanese cultural differences in intensity ratings of facial expressions of emotion. *Motivation and Emotion*, 1989.
- [19] Fredrickson, W.E., Clifford, K.M., Emotional Differences Between Early and Late Degree Program Music Teacher Education Students Using a Concise Emotional Inventory *Applications of Research in Music Education* November, 2010, 29 pp.33-39.
- [20] Richter, D., Dietzel, C., Kunzmann, U., Age differences in emotion recognition: the task matters. *The journals of gerontology Series B Psychological sciences and social sciences*, 2011, 66 vol.1, pp.48-55.
- [21] <http://www.education.com/topic/gender-differences/>
- [22] Hyde, J.S., Fennema, E., Lamon, S.J., Gender differences in mathematics performance: A meta-analysis, *Psychological Bulletin*, 1990, 107 vol. 2, 1990, pp. 139-155.
- [23] Gefen, D., Straub, D.W., Gender Differences in the Perception and Use of E-Mail: An Extension to the Technology Acceptance Model, *MIS Quarterly*, 21 vol.4, 1997, pp.389-400.
- [24] Denso Wave, Incorporated. QR Code 2000. Consultado en Julio 2010 <http://www.denso-wave.com/qrcode/index-e.html>.
- [25] Kaywa. Kaywa QR-Code. 2011, Consultado en Abril 2011. <http://qrcode.kaywa.com/>
- [26] F. P. Vidal et al., "Principles and Applications of Computer Graphics in Medicine," *Computer Graphics Forum*, vol. 25, no. 1, pp. 113-137, Mar. 2006.
- [27] S. Benbelkacem et al., "Augmented Reality System for E-maintenance Application," in *AIP Conference Proceedings*, 2009, vol. 1107, no. 1, pp. 185-189.
- [28] D. A. Guttentag, "Virtual reality: Applications and implications for tourism," *Tourism Management*, vol. 31, no. 5, pp. 637-651, Oct. 2010.
- [29] M. T. Linaza, A. Garcia, I. Torre, and J. I. Torres, "Interacting with augmented assets in cultural tourism," in *Transac. On Edutainment I. LNCS*, Z. Pan, A. D. Cheok, and W. Muller, Springer-Verlag, Berlin, 2008, pp. 107-117.
- [30] E. Woods et al., "Augmenting the science centre and museum experience," in *Proceedings of the 2nd international conference on Computer graphics and interactive techniques in Australasia and South East Asia - Graphite'04*, 2004, p. 230.
- [31] A. Zimmermann and A. Lorenz, "Listen: a user-adaptive audio-augmented museum guide," *User Modeling and User-Adapted Interaction*, vol. 18, no. 5, pp. 389-416, Jul. 2008.
- [32] Sánchez, A., Redondo, E., Fonseca, D., Lighting simulation in augmented reality scenes. Teaching experience in interior design, en Proc. De 7ª Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnológías de la Información, Madrid 2012. Pp.465-470.
- [33] H. Benko, E. W. Ishak, and S. Feiner, "Collaborative Mixed Reality Visualization of an Archaeological Excavation," in *Third IEEE and ACM International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, IEEE, 2004, pp. 132-140.
- [34] D. H. Shin and P. S. Dunston, "Identification of application areas for Augmented Reality in industrial construction based on technology suitability," *Automation in Construction*, vol. 17, no. 7, pp. 882-894, Oct. 2008.
- [35] J. R. Sánchez and D. Borro, "Automatic Augmented Video Creation for Markerless Environments" in *Poster Proceedings of the 2nd International Conference on Computer Vision Theory and Applications (VISAPP'07)*, 2007, pp. 519-522.
- [36] C. Tonn, F. Petzold, O. Bimber, A. Grundhöfer, and D. Donath, "Spatial Augmented Reality for Architecture – Designing and planning with and within existing buildings," *International Journal of Architectural Computing*, vol. 6, no. 1, pp. 41-58, Jan. 2008.
- [37] Brooke, J., SUS: a "quick and dirty" usability scale, *Usability Evaluation in Industry*, P.W. Jordan, B. Thomas, B.A. Weerdmeester, A.L. McClelland (eds.), London: Taylor and Francis, 1996.
- [38] Wimmer, R.D., Dominick, J.R. *Mass media research: An introduction. Boston, MA: Wadsworth Cengage Learning*. 2011. 9th Edition.