

ENSEÑANZA BASADA EN DISPOSITIVOS MÓVILES. NUEVOS RETOS EN LA DOCENCIA DE LA REPRESENTACIÓN ARQUITECTÓNICA.

Caso de estudio: Los Tianguis de Tonalá, Jalisco, México

MOBILE DEVICE BASED TEACHING. NEW CHALLENGES IN ARCHITECTURAL REPRESENTATION EDUCATION.

Case of study: The “Tianguis” in Tonalá, Jalisco, Mexico



Ernest Redondo, David Fonseca, Francesc Valls, Adriana Olivares

doi: 10.4995/ega.2016.4730

Presentamos un estudio de caso de investigación educativa centrado en la visualización y acceso a contenidos docentes de forma ubicua en dispositivos multimedia móviles. El tema de estudio es el proyecto de urbanización y mejora urbana junto con el diseño de nuevos puestos de venta ambulante en Tonalá, Jalisco, México. El experimento docente se ha llevado a cabo en un curso de maestría en Procesos Gráficos de la Universidad de Guadalajara. En su evaluación hemos utilizado unas metodologías complementarias a los análisis cuantitativos mediante encuestas cualitativas BLA, Bipolar Laddering Assessment, originarias de los estudios de experiencia de usuario. Tras su desarrollo, análisis y evaluación podemos concluir que hemos demostrado

que el uso de estas estrategias de visualización interactivas motivan a los estudiantes, incluso superando la necesidad de mayor tiempo de dedicación dada su complejidad y novedad tecnológica.

PALABRAS CLAVE: ENSEÑANZA BASADA EN DISPOSITIVOS MÓVILES. DIBUJO DIGITAL. REALIDAD AUMENTADA. REALIDAD VIRTUAL EN PANORAMAS INTERACTIVOS. INVESTIGACIÓN EDUCATIVA

In this paper we discuss an educational research case of study centered on the visualization and ubiquitous access to educational material on multimedia mobile devices. The object of the study is the urban development and improvement project and the design of new street market

stalls in Tonalá, Jalisco, Mexico. The educational experiment was conducted in a course of the Master's Degree in Graphical Processes at the University of Guadalajara. In its evaluation, BLA (Bipolar Laddering Assessment) qualitative surveys, originated in user experience studies, were used as complementary methodologies to the quantitative analysis. After its development, analysis and evaluation, the authors can conclude that these new interactive visualization strategies are proven to motivate students, despite the requirement of a greater dedication time as a result of their complexity and technological novelty.

KEYWORDS: MOBILE LEARNING. DIGITAL FREEHAND DRAWING. AUGMENTED REALITY. VR OBJECTS. EDUCATIONAL RESEARCH



Introducción

En los últimos años, las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) se han extendido a todos los niveles de nuestra sociedad. Sus precios, popularidad de dispositivos y aplicaciones han facilitado su presencia ubicua en ocio, relaciones personales, trabajo y actividades educativas. La adaptación de contenidos y aplicaciones al área educativa se ha convertido en un incesante campo para evaluar grados de motivación, satisfacción, o usabilidad (Redondo et al., 2014), (Redondo et al., 2013), y las mejoras que supone su uso en el rendimiento académico (Fonseca et al., 2013). Normalmente, se parte de la premisa que los estudiantes, “nativos digitales” (Bennett, Maton y Kervin, 2008), se sentirán más cómodos con tales experiencias de aprendizaje, (She, Liu y Wang, 2013), evaluándose estas premisas desde enfoques cuantitativos, cualitativos o mixtos (Fonseca et al., 2013), válidos en función de las variables a caracterizar.

El uso de las TIC educativamente a nivel de grado y máster en los ámbitos de Arquitectura, Urbanismo o Diseño, se define como una competencia básica transversal en los nuevos planes académicos. Se explicita que el estudiante debe ser capaz de obtener las competencias y habilidades relacionadas con el aprendizaje activo-colaborativo y con la gestión de la información digital, especialmente en métodos basados en proyectos (PBL, *Project Based Learning*), todo ello con el fin de capacitarlo de forma más rápida y efectiva que con los métodos educativos clásicos.

El presente trabajo muestra un estudio de caso de investigación educativa (estrategias de visualización y tecnologías gráficas para la enseñanza

de Arquitectura), evaluado mediante el sistema BLA (Pifarré y Tomico, 2007). El experimento se ha centrado tanto en las tecnologías utilizadas (SD –Sketching Digital–, RA, o realidad virtual en panoramas interactivos, VR-Objects), como en la estructura del curso, diseñado para que los estudiantes investiguen sobre nuevos sistemas de visualización de las propuestas urbanas y participación ciudadana.

Caso de estudio: Proyecto de mejora urbana y diseño de nuevos puestos de venta ambulante, Tonalá, Jalisco, México

La ciudad de Tonalá se sitúa a pocos kilómetros de Guadalajara y forma parte de su área urbana. Es un núcleo tradicionalmente dedicado a la industria y artesanía de la cerámica con numerosos mercados callejeros denominados “tianguis”, realizándose los domingos y los miércoles con fama internacional por su extensión y variedad de productos. Este mercado ocupa caóticamente buena parte de las calles y la Municipalidad está intentado reordenarlos a la vez que pretende mejorar las calles, las aceras y la señalización (Fig. 1). Para ello se propone abordar el problema en dos vertientes: la primera la del diseño de los puestos de venta ambulante que se desean armonizar para mejorar el paisaje urbano y la segunda, la eliminación de aceras y desniveles para facilitar la movilidad de las personas los días de mercado.

La participación ciudadana en estos procesos no es habitual en México. En esta ocasión, además de evaluar educativamente el uso de las TIC en

Introduction

In recent years, ICTs (Information and Communications Technologies) have extended to all levels in our society. Their affordability and the popularity of the devices and applications have facilitated their ubiquitous presence in leisure, personal relations, work and educational activities. The adaptation of contents and applications in the educational area has become an interesting field to evaluate the motivation, satisfaction and usability levels (Redondo et al., 2013; 2014), and the improvement in academic performance through its use (Fonseca et al., 2014). Usually, the followed premise is that students, “digital natives” (Bennett, Maton, and Kervin, 2008), will feel comfortable with these learning experiences (Shen, Liu and Wang, 2013), and those premises can be evaluated from quantitative, qualitative or mixed approaches (Fonseca et al. 2013), depending on the variable to be characterized.

Educational use of ICTs at the undergraduate and graduate degrees in the fields of Architecture, Urbanism and Design is defined as a basic transversal competence in the new academic programs. It is emphasized that the student must be able to acquire the skills and abilities related to active-collaborative learning and the management of digital information, especially in PBL (*Project-Based Learning*) methods, with the objective to make them competent more quickly and effectively than with traditional educational methods. The present work discusses a case study on educational research (visualization strategies and graphical technologies in architectural education), using the BLA system (Pifarré and Tomico, 2007). The experiment was centered on the technologies used –Digital Sketching (DS), Augmented Reality (AR), or virtual reality in interactive panoramas (VR-Objects)– as well as on the course structure, designed so the students could explore new visualization methods of urban proposals and public participation.

Case of study: Urban improvement project and design of new street market stalls, Tonalá, Jalisco, Mexico

The city of Tonalá is located a few kilometers from Guadalajara and belongs to its urban area. It is a center traditionally dedicated to industry and pottery crafting, with numerous street markets called

1. Tema del curso. Proyecto de recuperación urbana del centro histórico para poder extender los tianguis, mercados ambulantes y eliminar barreras arquitectónicas. Nuevos modelos de puestos ambulantes. 2. Bocetos digitales de los nuevos puestos de venta ambulantes y de las intervenciones en el paisaje urbano de Tonalá. Autores: Alumnos Generación 2013-2015 y 2012-2014, Maestría en Proc./Exp. Graf. CUAAD

1. Course topic. Urban recovery project of the historic center to extend the "tianguis" (flea markets) and suppress architectural barriers. New models of street market stalls

2. Digital sketches of the new street market stalls and interventions on the Tonalá urban landscape. Authors: Class of 2013-2015 and 2012-2014 alumni. Master's Degree in Processes and Graphical Representation CUAAD

"tianguis", which take place on Sundays and Wednesdays and are internationally renowned for its size and product variety. The market chaotically occupies most of the streets and the City Council is trying to rearrange them while at the same time improving the streets, sidewalks and signage (Fig. 1). It is proposed to address the problem on two fronts: first the design of the hawker stalls, which should exhibit a unified design language to improve the urban landscape and, second, the suppression of sidewalks and gaps in the pavement to facilitate the mobility of people on market days.

Public participation in these processes is not usual in Mexico. On this occasion, in addition to evaluating the use of ICTs educationally in the design and visualization of the new proposals, the support of the Guadalajara University (UDG) will be leveraged to involve high school students in the Tonalá Preparatory Center that will act as citizens and users of these markets. This will be achieved using QR (Quick Response) codes, located on the different sites and information panels that will link to the corresponding project multimedia files. The access to those QR using mobile phones by the students and their opinion on the projects will allow to test a first public participation experience to evaluate the proposals.

The material and educational experiment that is discussed in the present work belong to the first phase of the task: virtual modeling of the new "tianguis", street remodeling proposal using DS on tablets, and visualization/evaluation of new proposals using AR and VR-Objects on mobile devices.

The workshop. Development and ICTs employed

The workshop "Computer Systems applied to the graphical analysis in Architecture" comprises a total of 24 teaching hours. It was conducted during February 2014 in the Master's Degree in Processes and Graphical Representation in Architectural Urban Design, held at the CUAAD (Art, Architecture



el diseño y visualización de las nuevas propuestas, se pretende aprovechar la estructura de la Universidad de Guadalajara, UDG, para involucrar a los alumnos de bachillerato del Centro Preparatorio de Tonalá que actuarán como ciudadanos y usuarios de estos mercados. Este objetivo se alcanzará mediante la utilización de códigos QR (*Quick Response Codes*), ubicados sobre los diferentes emplazamientos y paneles informativos que remitirán a ficheros multimedia de los proyectos. El acceso a estos QR mediante telé-

nos móviles por parte de los estudiantes y su opinión de los proyectos permitirá ensayar una primera experiencia de participación ciudadana para la evaluación de las propuestas.

El material y experimento educativo que se presenta en el actual trabajo se circunscriben en la primera fase del trabajo: modelización virtual de los nuevos tianguis, propuesta de reordenación de las calles mediante SD sobre tabletas, y visualización/evaluación de las propuestas con RA y VR-Objects sobre dispositivos móviles.



El taller. Desarrollo y TICs empleadas

El taller “Sistemas informáticos aplicados de análisis gráfico en Arquitectura”, consta de 24 horas lectivas. Se realizó durante febrero de 2014 en la Maestría en Procesos y Expresión Gráfica de la Proyección Arquitectónica Urbana, impartido en el CUAAD (Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño, Universidad de Guadalajara, Jalisco, México), participando 30 alumnos, 13 mujeres y 17 hombres, todos ellos arquitectos menos un diseñador gráfico.

En la primera sesión del curso se presenta el tema, se describe el programa docente, las prácticas, el trabajo final, se realizan las encuestas de perfil de usuario y se visita la zona donde se circunscribe el proyecto. En la segunda sesión, y con ayuda de tutoriales, se explican las diferentes tecnologías que se utilizarán (SD, RA y VR-Objects) mediante dispositivos móviles (teléfonicos y tabletas, Android/IOS). En la tercera sesión se definen los grupos de dos alumnos, se plantean los diseños de nuevos puestos de venta (uno por grupo), y se asigna un tramo urbano para su reordenación utilizando SD (ver Fig. 2).

La cuarta sesión se dedica a crear y exportar los modelos virtuales a las aplicaciones RA (Fig. 3), (Fig. 4) y los panoramas interactivos geo-referenciados creados mediante VR-Objects (Fig. 5), (Fig. 6) ensayando primero la visualización de las propuestas en el CUAAD y más tarde sobre su emplazamiento. La última sesión se dedica a la presentación pública de los trabajos de curso y realización de los BLAs. Posteriormente, los alumnos han reunido sus propuestas en paneles que incorporan al menos un código QR, lo que permi-

te acceder on-line a la documentación creada, facilitando también la evaluación por los docentes (Fig. 7).

La estrategia de aprendizaje se basa en la aplicación del *Mobile Learning* (Kristoffersen y Ljungberg, 2000), o un uso de dispositivos móviles en la educación aprovechando sus prestaciones gráficas y conectividad. De esta forma, los alumnos pueden dibujar,

and Design University Center, Guadalajara University, Jalisco, Mexico), with 30 participating students, 13 of whom women and 17 men, all of them architects except one graphic designer.

In the first session of the course the subject is presented, the teaching program, the practices and the final work are explained, the user profile surveys are conducted and the area where the project is to be developed is visited. In the second session, with the support of tutorials, the different technologies that will be used (DS, AR and VR-





Objects) using mobile devices (telephones and tablets, Android and iOS) are explained. In the third session, the groups of two students are formed, the designs of the new stalls are presented (one per group), and an urban section to be renovated is designated using DS (Fig. 2). The fourth session is dedicated to creating and exporting the virtual models to AR applications (Fig. 3 and Fig. 4) and the georeferenced interactive panoramas created using VR-Objects (Fig. 5 and Fig. 6) testing at first the visualization of the proposal at the CUAAD premises and later on in their intended location. The last session is dedicated to the public presentation of the course results and the BLAs surveying. Subsequently, the students compile their proposal in panels that incorporate at least one QR code, allowing online access to the created documents, as well as simplifying evaluation by lecturers (Fig. 7).

The learning strategy is based in the application of *Mobile Learning* (Kristoffersen and Ljungberg, 1999), or using mobile devices in education leveraging their graphics and connectivity features. This way, students can draw, share, exchange and display works ubiquitously, making continued learning and contextual learning an enriching experience. The proposed working systems have been:

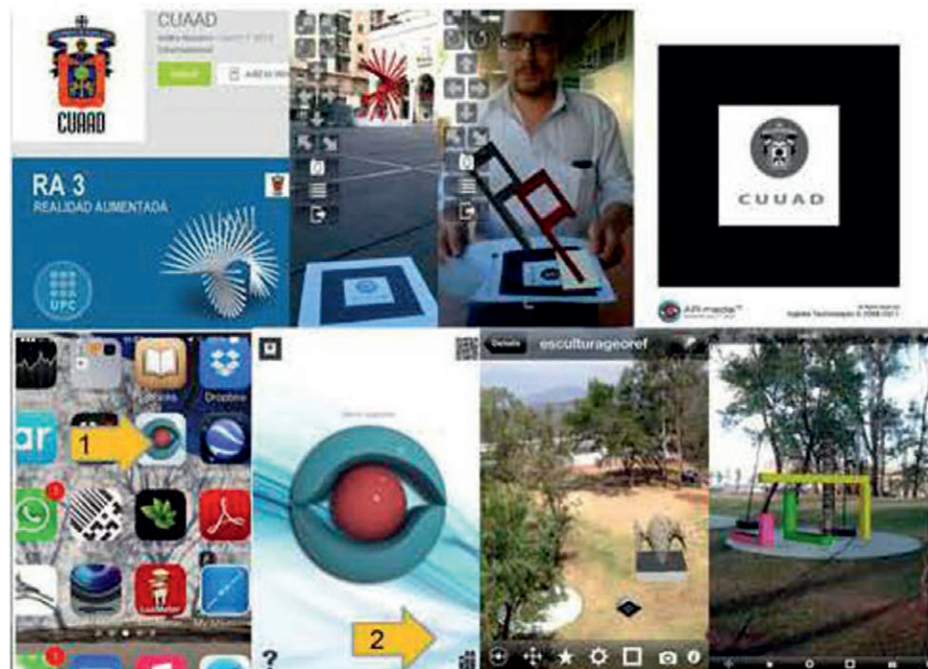
- DS: SketchBook Pro
- AR: AR-media SketchUp plugin (Fig. 3 and Fig. 4) and its AR-media Player viewer (Android/iOS)
- Interactive Panoramas and VR-Objects: Artlantis and its iVisit 3D Builder export module
- Visualization on mobile devices: iVisit 3D (Android/iOS) (Fig. 5 and Fig. 6)

Qualitative and quantitative assessment

Quantitative approaches have historically been the main educational scientific research methods. They focus in analyzing the degree of association between quantified variables following logical positivism. Therefore, they require framing the possible responses to be able to objectively assess the results (Fonseca et al. 2013). In contrast, qualitative research is less common in education as it focuses in detection and processing of intent. Unlike the former, qualitative methods require deduction to

3. Ensayos de construcción de modelos virtuales y visualización mediante RA de las primeras prácticas. Autores: Alumnos Generación 2013-2015 y 2012-2104, Maestría en Proc./Exp. Graf. CUAAD
4. Ensayos de visualización de prototipos de puestos de venta usando realidad aumentada. Autores: Alumnos Generación 2013-2015 y 2012-2104, Maestría en Proc./Exp. Graf. CUAAD

3. Virtual modeling and visualization tests using AR on the first practices. Authors: Class of 2013-2015 and 2012-2014 alumni. Master's Degree in Processes and Graphical Representation CUAAD
4. Visualization tests of prototype market stalls using AR. Authors: Class of 2013-2015 and 2012-2014 alumni. Master's Degree in Processes and Graphical Representation CUAAD



3

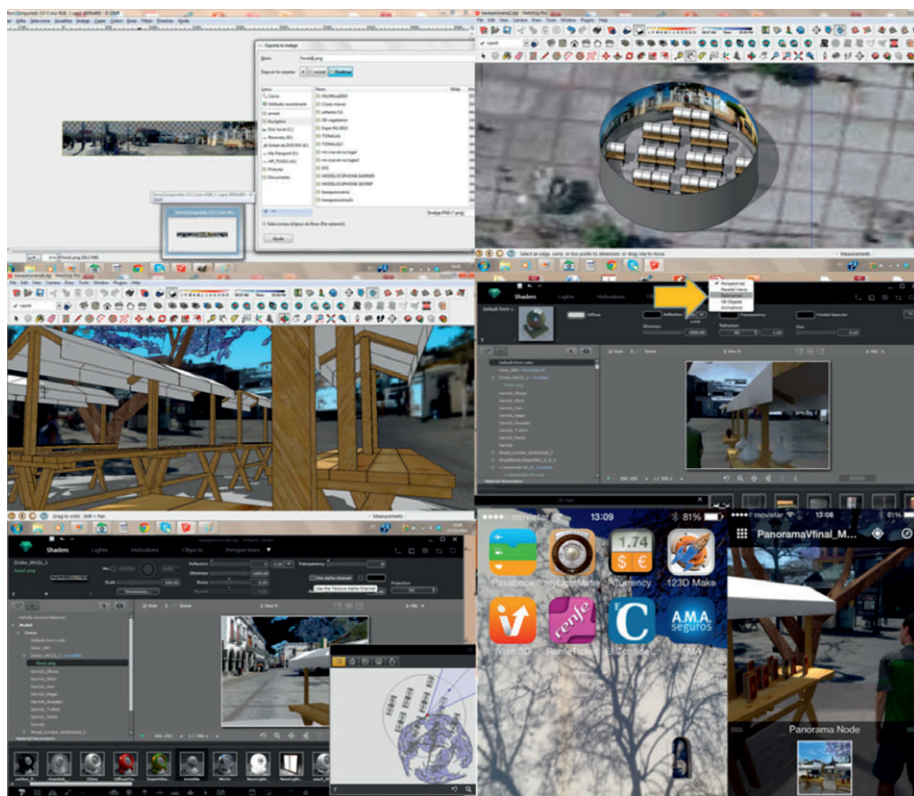


4



5. Construcción de los panoramas interactivos VRObjects
6. Visualización de los panoramas y despliegue de los ficheros HTML necesarios. Autores: Alumnos Generación 2013-2015 y 2012-2104, Maestría en Proc./Graf. CUAAD

5. Construction of interactive VR-Objects panoramas
6. Visualization of panoramas and deployment of the corresponding HTML files. Authors: Class of 2013-2015 and 2012-2014 alumni. Master's Degree in Processes and Graphical Representation CUAAD



5



6

interpret the results. Qualitative approach is subjective, since it assumes reality is diverse and cannot be reduced to a universal indicator. The interviewer is passive, writes down opinions and classifies those (Conde et al, 2013). These methods have been traditionally associated with the social sciences because of their relation to human factors and user experience –User eXperience (UX)–, discipline focused primarily on the study of the patterns of behavior in work environments, being in our case the usability in the learning process. Qualitative studies are inspired in experimental psychology, and are applied to reduced population samples to discover subtle information about a product, process or technology. To conduct these studies, the laddering survey system –designed to identify key experience factors– is used. The main objective is to determine what specific components of the learning process generate frustration, build confidence or foster gratitude among students. BLA operates using positive/negative poles to define the strengths/weaknesses of the process, allowing discovering what factors are correctable and how. BLA consist of three steps (Fig. 8):

- A) Collection: The survey begins with a blank template where the positive –strengths– and negative –weaknesses– elements of the learning process must be written onto. The interviewer in this instance is not the teacher but a former student or tutor
- B) Assessment: Next, the interviewer asks the user to rate each aspect (positive and negative) in a scale from 0 (lowest satisfaction level) to 10 (highest level)
- C) Definition: The interviewer reads aloud the elements of both lists to the user and asks him or her a justification and a score for each of them. Finally, the interviewer asks the user to propose solutions or improvements to those elements.

Experiment analysis and interpretation

To assess the degree of satisfaction using the proposed teaching method, and the advantages of using a mobile visualization system, the students were asked to voluntarily participate in the study, randomly selecting a balanced sample of 10 students (5 men and 5 women). From the results obtained (Table 1), we can highlight the following results: the motivation of students in the use ICTs to visualize architectural designs –mention index

El Control de la Forma Arquitectónica

1

Estado Actual



La zona a intervenir es sobre la Calle Constitución entre la calle Ramón Corona y la calle Cuitlahuac. Es un segmento de vialidad local que comprende aproximadamente 140 metros de longitud. Su tipología arquitectónica es de casas estilo vernáculo construidas con adobe de barro y cemento.

2

Intervención de fachadas, pavimento y banquetas



3

Diseño de puesto de venta para tianguis artesanal

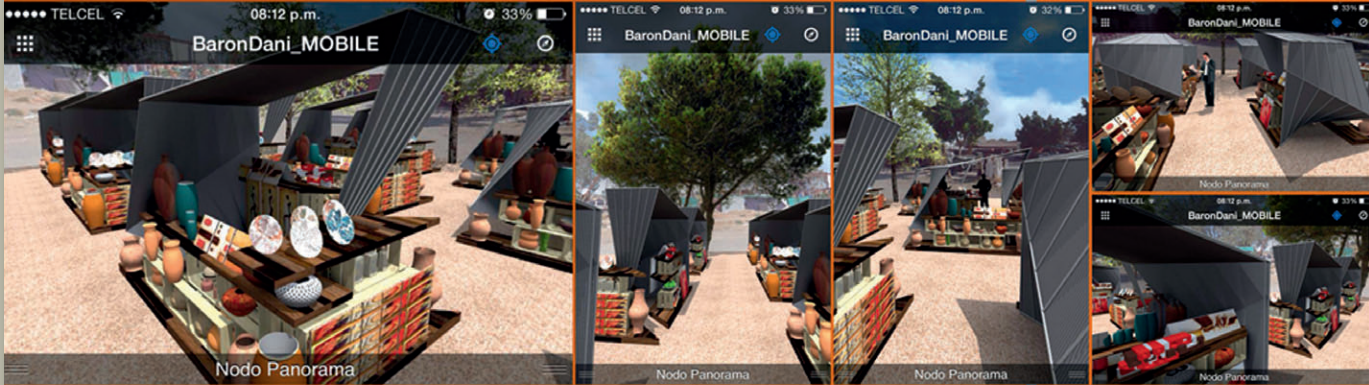


- Retícula en el erroyo de la vialidad vehicular.
- Sustituir lámparas desgastadas por luminarias de exterior nuevas en alumbrado público.
- Construir arriates con árboles de altura media y follaje medio. Se sugieren: Iruya de oro, Jacaranda o tabachin.
- Instalar bancas públicas antivanedlicas para exterior sobre banquetas.
- Ocultar tubos de mufas sobre fachadas de casas integrándolos para quedar a paño.
- Generar la misma cantidad de escalones en ingreso a casas para mejorar el tránsito peatonal sobre banquetas.
- Mejorar rampas de cochieras adecuando la pendiente necesaria.
- Conservar alturas constantes en fachadas de casas en ambas aceras.
- Homogenizar remate superior de fachadas con molduras variables.
- Reubicar paño de fachadas en ciertas casas para integrarlas a un límite de construcción constante.

Puesto de artesanías en base a una estructura metálica ligera cubierta con malla sombra de fácil armado, desmontaje y transportación.

El modelo tridimensional fue realizado con el software Sketch Up Pro auxiliado con Artlantis para montaje sobre el entorno exterior del ayuntamiento en el Centro Histórico de Tonalá, Jalisco

Así mismo, nos auxiliamos del software iVisit 3D para visualizar en un entorno virtual tridimensional, el puesto de artesanías instalado repetidas veces sobre el terreno del tianguis en Tonalá, Jal.



7. Presentación final de las propuestas para su evaluación y consulta usando códigos QR. Autores: Alumnos Generación 2013-2015 y 2012-2104, Maestría en Proc./Exp. Graf. CUAAD

8. Ejemplo de los cuestionarios BLA

7. Final presentation of the proposals for evaluation and review using QR codes. Authors: Class of 2013-2015 and 2012-2014 alumni. Master's Degree in Processes and Graphical Representation CUAAD

8. Example of BLA questionnaires

compartir, intercambiar y visualizar trabajos de forma ubicua, haciendo del autoaprendizaje continuado y la formación contextual una experiencia enriquecedora. Los sistemas de trabajo propuestos han sido:

- SD: SketchBookPro.
- RA: *plugin* ArMedia-SketchUp (Fig. 3) (Fig. 4) y su visor ARplayer (Android/iOS).
- Panoramas interactivos y VR-Objets: Artlantis y su módulo de exportación IVisit3D-Builder.
- Visualización en dispositivos móviles: IVisit3D (Android/iOS) (Fig. 5), (Fig. 6).

Evaluación cuantitativa y cualitativa

Los enfoques cuantitativos han sido históricamente los principales métodos de investigación científica educativa. Se centran en analizar el grado de asociación entre variables cuantificadas promulgadas por el positivismo lógico. Por lo tanto, requieren de la necesidad de acotar las posibles respuestas para poder valorar objetivamente los resultados (Fonseca et al. 2013).

Por contra, la investigación cualitativa es menos frecuente en el ámbito educativo pues se centra en la detección y el procesamiento de intenciones. A diferencia de los primeros, los métodos cualitativos requieren deducción para interpretar los resultados. El enfoque cualitativo es subjetivo, ya que se asume que la realidad es múltiple y no puede reducirse a un indicador universal. El entrevistador es sujeto pasivo, anota las opiniones y las clasifica (Conde et al. 2013). Estos métodos

CUESTIONARIO FINAL. INSTRUCCIONES PAR CUMPLIMETARLO

PASO 1: Citar un mínimo de 3 aspectos positivos y 3 aspectos negativos de la experiencia llevada a cabo (los aspectos pueden ser cualquiera, y no importa que se diga desde "mi punto de vista". Objetivo que los ítems sean claros y concisos. Se puede extender la opinión hasta cuatro conceptos.

PASO 2: Una vez se haya acabado de citar los aspectos positivos y negativos (mínimo 3), si no se os ocurren suficientes tomaros un tiempo para recordar la experiencia y refrescar vuestra memoria. Seguidamente el entrevistado (vosotros) debeis puntuar cada ítem en una escala del 0 al 10. El 0 sería algo muy negativo, que no os ha gustado, etc... y el 10 en el extremo sería algo genial, no mejorable, impecable. Podeis utilizar el rango de valores enteros a vuestra libre disposición.

PASO 3: Una vez se han valorado tantos los aspectos positivos como los negativos, como alumnos debeis proponer una solución, mejora, cambio o propuesta para conseguir subir la nota que has indicado a cada apartado. Por ejemplo si en un apartado pones un 3, algo negativo, ¿Qué propones para que esa nota sea mas alta la próxima vez? Si has contestado un 8, (algo positivo) ¿Qué le faltaría para ser un 10?.

Gracias por vuestra colaboración

Id	Descripción	Nota (0-10)	Id	Descripción	Nota (0-10)
P1	CITA UN ASPECTO POSITIVO		N1	CITA UN ASPECTO NEGATIVO	
SOLUCION MEJORA ASPECTO POSITIVO p1			SOLUCION MEJORA ASPECTO NEGATIVO n1		
P2	CITA OTRO ASPECTO POSITIVO	Nota (0-10)	N2	CITA EL SEGUNDO ASPECTO NEGATIVO	Nota (0-10)
Sp2 SOLUCION MEJORA ASPECTO POSITIVO			Sp2 SOLUCION MEJORA ASPECTO NEGATIVO		
P3	CITA TERCER ASPECTO POSITIVO	Nota (0-10)	N3	CITA EL TERCER ASPECTO NEGATIVO	Nota (0-10)
Sp3 SOLUCION MEJORA ASPECTO POSITIVO			Sp3 SOLUCION MEJORA ASPECTO NEGATIVO		
P4	CITA SI QUIERES UN 4º ASPECTO POSITIVO	Nota (0-10)	N4	CITA SI QUIERES UN 4º ASPECTO NEGATIVO	Nota (0-10)
Sp4 SOLUCION MEJORA ASPECTO POSITIVO			Sp4 SOLUCION MEJORA ASPECTO NEGATIVO		

Género: _____
Edad: _____

8

han sido tradicionalmente relacionados con las ciencias sociales debido a su asociación con factores humanos y la experiencia del usuario, *User eXperience*, UX, disciplina centrada principalmente en el estudio de las pautas de comportamiento en entornos de trabajo, siendo en nuestro caso la usabilidad del proceso docente (Assenzahl y Tractinsky, 2006). Los estudios cualitativos se inspiran en la psicología experimental, aplicándose a muestras de población reducidas para descubrir información sutil sobre un producto, proceso o tecnología (Pifarré y Tomico 2007), (Guidano, 1989).

Para realizar estos estudios se usa el sistema de encuestas de escalado, diseñadas para señalar factores claves de la experiencia. El objetivo principal es determinar qué características concretas del proceso docente implican frustración, generan confianza o propician la gratitud de los estudiantes. El BLA trabaja con polos positivo-negativo para definir las fortalezas-debilidades del proceso, permitiendo definir qué factores son mejorables y cómo. El BLA consiste en tres pasos (fig. 8):

A) Obtención: La entrevista comienza con una plantilla en blanco

(MI): 40%, with an average (Av) of 9.50—, the usefulness of the knowledge acquired and its applicability to real projects (MI: 50%, Av: 9.00), and the ease of use of the proposed systems, especially the "interactive photomontage" using AR or VR-Objects (MI: 30%, Av: 9.33).

The main negative aspects that appeared (Table 2, strengths-weaknesses) were the lack of time in the explanation phase along with the need of more detailed tutorials on the use of the applications (MI: 40%, Av: 4.00), and problems with the group and issues working in pairs (MI: 40%, Av: 3.75). Technically, these weaknesses would be the main aspects to improve in future iterations of the proposed method (Table 3, improvement proposal).

Conclusions

The experiment and proposed method prove that the use of ICTs result in a greater student workload: the students do not reduce their leaning time, despite not having to build physical models, as these technologies require further explanations, practices and effort to visualize the projects; however the need to spend more time is not a negative variable but actually confirms its motivational advantages.

We can affirm that AR, VR-Objects and DS, as hybrid dynamics and urban and ubiquitous visualization systems, are good solutions applied to the architectural educational field, are affordable and accessible and improve the motivation, the production quality and the academic results of students. Obviously, this



Tabla 1. Valoración de la utilidad-aplicabilidad de los conocimientos adquiridos

Tabla 2. Valoración de las fortalezas y debilidades del proceso docente

Tabla 3. Valoración de las propuestas de mejora más mencionadas en las respuestas

Table 1. Assessment of the utility-applicability of the acquired knowledge

Table 2. Assessment of strengths and weaknesses of the learning process

Table 3. Rating of the most mentioned improvement proposals in the responses

Description/Descripción	Av. Score/ Puntuación (Av)	Mention Index (MI) Índice de mención	
1PC	ITC useful for real projects/ TIC útil para proyectos reales	9,00	50%
2PC	Motivation using IT/Motivación para su uso	9,50	40%
3PC	Usability of photomontages/Usabilidad en los fotomontajes	9,33	30%
4PC	Usability of the applications/Usabilidad de las aplicaciones	8,67	30%
5PC	Quality of AR in final presentation/Calidad de la RA en presentación	8,50	20%
6PC	AR Uses/Usos de la Realidad Aumentada	8,00	20%
1PP	Teachers / Profesores	10,00	10%
2PP	Usability of mobile devices/ Usabilidad de los dispositivos móviles	9,00	10%
3PP	IT education/Tecnologías de la Información en la Educación	9,00	10%
4PP	Digital drawing/ Dibujo digital	9,00	10%

Tabla 1

Description/Descripción	Av.	MI	
1NC	Lack of time in the initial explanation/ Falta de tiempo en explicación	4,00	40%
2NC	Workgroups/ Talleres y trabajo en grupos	3,75	40%
3NC	Accessibility to last generation hardware / Accesibil. a equipos modernos	5,00	20%
4NC	More accessibility to software/ Accesibil. a programas	4,50	20%
5NC	Problems reading help files/ Problemas con los tutoriales	4,50	20%
1NP	Tutorials with low detail /Tutoriales imprecisos	6,00	10%
2NP	More time to practice/Más tiempo para practicar	4,00	10%
3NP	Difficulties to read AR marks outside/Dificultades con las marcas de RA	4,00	10%
4NP	Schedule of the workshop/Horarios de los talleres	3,00	10%
5NP	Problems with the deadlines/ Porblemas con plazos de entregas	2,00	10%

Tabla 2

Description/Descripción	Mention Index	
1CI	More time to practice/ Más tiempo para practicar	80%
2CI	More time of previous explanation/Más tiempo para explicaciones	50%
3CI	Use better examples/Usos de mejores ejemplos	50%
4CI	More research about shadows/Mas investigación con el uso de sombras	40%
5CI	Use more devices/Usos de más dispositivos	30%
6CI	Explanation of more tools and APPs/ explicación de más herramientas y Apps	30%
7CI	Reduce the students by group/ reducir el número de estudiantes	30%
8CI	Offer loan service of equipment/Oferta de equipos informáticos	30%
9CI	Highlight key ideas/ Enfatizar ideas clave	30%
10CI	Define video/on-line tutorials /Incluir videos en los tutoriales	20%
11CI	Improve the equipment of the classroom/Mejorar el equipo del aula	20%

Tabla 3

donde se deben describir los elementos positivos –fortalezas– y negativos –debilidades–, del proceso docente. El entrevistador en este caso no es el profesor si no un alumno del curso anterior o un tutor.

B) Evaluación: A continuación, el entrevistador pide al usuario que valore cada aspecto (positivo y negativos) en una escala de 0 (el nivel más bajo de satisfacción) a 10 (máximo nivel).

C) Definición: El entrevistador lee los elementos de ambas listas al usuario y le pide una justificación de cada uno de ellos y de su puntuación. Finalmente, el entrevistador propone al usuario que plantee soluciones o mejoras de los elementos citados.

Análisis e interpretación del experimento

Para evaluar el grado de satisfacción con el método docente propuesto, así como las ventajas de trabajar con un sistema móvil de visualización, se invitó a los estudiantes a participar voluntariamente en el estudio, seleccionando al azar una muestra equilibrada de 10 alumnos (5 hombres y 5 mujeres). De los resultados obtenidos, podemos destacar: la motivación de los estudiantes en la utilización de TICs para visualizar proyectos arquitectónicos (Índice de Mención, MI: 40% y con un promedio, Av: 9.50), la utilidad de conocimientos adquiridos y su aplicación a proyectos reales (MI:50%, Av:9,00), y la facilidad de uso de los sistemas propuestos, especialmente del “fotomontaje interactivo” usando RA o VR-Objects (MI:30%, Av:9,33), (Tabla 1).

Los principales aspectos negativos reflejados son la falta de tiempo en la fase de explicación junto con la necesidad de tutoriales más detallados de las aplicaciones (MI:40%, Av:3,75), y



problemas con el grupo y el trabajo en parejas (MI:40%, Av:3,75), (Tabla 2. Fortalezas-debilidades). Técnicamente, estas debilidades serían los principales aspectos a modificar en futuras iteraciones del método propuesto (Tabla 3. Propuesta de mejora).

Conclusiones

El experimento y método propuesto demuestran que el uso de TICs motivan un mayor esfuerzo por parte de los estudiantes: los estudiantes no reducen su tiempo de aprendizaje, a pesar de no tener que realizar maquetas físicas, estas tecnologías requieren más explicaciones, prácticas y trabajo para visionar los proyectos, pero sin embargo, la necesidad de invertir más tiempo no es una variable negativa sino que en realidad confirma el carácter motivacional de la misma.

Podemos afirmar que la RA, los VR-Objects y el SD, como dinámicas híbridas y sistemas de visualización urbana y ubicuos, son buenas soluciones aplicadas al ámbito educativo de la Arquitectura, son baratas, accesibles y mejoran tanto la motivación, la calidad como los resultados académicos de los estudiantes. Obviamente, esta experiencia requiere de nuevas iteraciones para elevar a una categoría más general las conclusiones pero valida el método de trabajo. ■

Referencias

- ASSENZAHL, M., TRACTINSKY, N., 2006: User experience a research agenda. *Behaviour & Information Technology* 25(2): 91-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01449290500330331>
- BENNETT, S., MATON, K., KERVIN, L., 2008: El debate 'nativos digitales': una revisión crítica de la evidencia. *British Journal of Educational Technology*, 39, pp.775-786, DOI: 10.1111/j.1467-8535.2007.00793.x
- CONDE, M. A. GARCÍA-PEÑALVO, F. J., ALIER, M. y PIGUILLEM, J., 2013 "The Implementation, deployment and evaluation of a mo-

bile personal learning environment" *Journal of Universal Computer Science* 19(7), pp. 854-872 DOI:10.3217/jucs-019-07-0854.

- FONSECA, D., MARTÍ, N., REDONDO, E., NAVARRO, I., SÁNCHEZ, A., 2013: Relación entre el perfil de los estudiantes, el uso de herramientas, la participación y el rendimiento académico con el uso de la tecnología de Realidad Aumentada para modelos de arquitectura visualizados. *Elsevier. Procedia Computer Science*, 31, 2013. pp. 434-445. DOI: 10.1016/j.chb.2013.03.006
- FONSECA, D., PIFARRÉ, M., REDONDO, E., ALITANY, A., SÁNCHEZ, A., 2013: Combinación de técnicas cualitativas y cuantitativas en el análisis de la nueva implementación de tecnologías en la educación: El uso de la realidad aumentada en la visualización de proyectos arquitectónicos, *Proc. 8º Conferencia Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información*, Ed. Alvaro Rocha, et al. 1(1), pp. 205-211
- GUIDANO, V.F., 1989: Constructivist psychotherapy: A theoretical framework, in Neimeyer RA, Mahoney MJ, (Eds.): *Constructivism in Psychotherapy*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KRISTOFFERSEN, S., LJUNGBERG, F., 1999: la informática móvil de la innovación el uso de TI en entornos móviles. En *Proc. IRIS'21 Informe del Taller. Grupo de Interés Especial sobre Computer Human Interaction*, 31(1), pp.29-34.
- PIFARRÉ, M., TOMICO, O., 2007: Laddering Bipolar (BLA): un método de exploración subjetiva participativa en la experiencia del usuario, en *Actas de la conferencia de 2007 en Diseñando para experiencias de usuario*, ACM, Nueva York, EE.UU., Artículo 2, 12 pp. DOI: 10.1145/1389908.1389911
- REDONDO, E., NAVARRO, I., SÁNCHEZ, A., FONSECA, D., 2013: Aplicación de realidad aumentada en la metodología de aprendizaje 3.0: Estudios de caso con los estudiantes de grado de arquitectura, en *Medios de Comunicación Social y el Medio Ambiente de Nueva Académico: Desafíos pedagógicos*. IGI Global, Ed. Patrut, B., Patrut, M., y Cmeciu, C. pp. 391-413, DOI: 10.4018/978-1-4666-2851-9.
- REDONDO, E., SÁNCHEZ, A., FONSECA, D., NAVARRO, I., 2014: Geo-Elearning para los proyectos urbanos. Nuevas estrategias educativas que utilizan dispositivos móviles. Un estudio de caso de la investigación educativa, *Arquitectura, Ciudad y Entorno*, 8(24), pp. 100-132, DOI: 10.5821/ace.8.24.2714
- SHEN, CX, LIU, RD, WANG, D., 2013: ¿Por qué los niños atraídos por el Internet? El papel de la satisfacción de la necesidad percibida en línea y se percibe en la vida real cotidiana. *Las computadoras en el comportamiento humano*, 29, 185-192. DOI: 10.1016/j.chb.2012.08.004

Agradecimientos

Experimento financiado: VI Plan Nacional I+D, 2008-2011. Gobierno de España. Proyecto EDU-2012-37247/EDUC

experience requires new iterations to reach more general conclusions but validates the working methodology. ■

References

- ASSENZAHL, M., TRACTINSKY, N., 2006: User experience a research agenda. *Behaviour & Information Technology* 25(2): 91-97. DOI: <http://dx.doi.org/10.1080/01449290500330331>
- BENNETT, S., MATON, K. AND KERVIN, L., 2008. The 'digital natives' debate: A critical review of the evidence. *British Journal of Educational Technology*, 39(5), pp.775–786.
- CONDE, M.Á., GARCÍA-PEÑALVO, F.J., ALIER, M. and PIGUILLEM, J., 2013. The Implementation, Deployment and Evaluation of a Mobile Personal Learning Environment. *Journal of Universal Computer Science*, 19(7), pp.854–872.
- FONSECA, D., MARTÍ, N., REDONDO, E., NAVARRO, I. and SÁNCHEZ, A., 2014. Relationship between student profile, tool use, participation, and academic performance with the use of Augmented Reality technology for visualized architecture models. *Computers in Human Behavior*, 31, pp.434–445.
- FONSECA, D., PIFARRÉ, M., REDONDO, E., ALITANY, A. and SÁNCHEZ, A., 2013. Combination of qualitative and quantitative techniques in the analysis of new technologies implementation in education: Using augmented reality in the visualization of architectural projects. In: *2013 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)*. 2013 8th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI). pp.205–211.
- KRISTOFFERSEN, S. and LJUNGBERG, F., 1999. Mobile Informatics: Innovation of IT Use in Mobile Settings: IRIS'21 Workshop Report. *SIGCHI Bull.*, 31(1), pp.29–34.
- PIFARRÉ, M. and TOMICO, O., 2007. Bipolar Laddering (BLA): A Participatory Subjective Exploration Method on User Experience. In: *Proceedings of the 2007 Conference on Designing for User eXperiences, DUX '07*. New York, NY, USA: ACM, pp.2–2:13.
- REDONDO, E., NAVARRO, I., SÁNCHEZ, A. and FONSECA, D., 2013. Implementation of Augmented Reality in '3.0 Learning' Methodology: Case Studies with Students of Architecture Degree. In: B. Patrut, M. Patrut and C. Cmeciu, eds., *Social Media and the New Academic Environment: Pedagogical Challenges*. Hershey, PA, USA: IGI Global, pp.391–413.
- REDONDO, E., SÁNCHEZ, A., FONSECA, D. and NAVARRO, I., 2014. Enseñanza geolocalizada de los proyectos urbanos: nuevas estrategias educativas con ayuda de dispositivos móviles: un estudio de caso de investigación educativa. *ACE: Architecture, City and Environment*.
- SHEN, C.-X., LIU, R.-D. and WANG, D., 2013. Why are children attracted to the Internet? The role of need satisfaction perceived online and perceived in daily real life. *Computers in Human Behavior*, 29(1), pp.185–192.

Acknowledgements

Experiment funded by: VI R&D National Plan, 2008-2011. Government of Spain. Project EDU-2012-37247/EDUC.