



Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia en la enseñanza de asignaturas de Construcción Arquitectónica

Interactive augmented reality tours as a new multimedia tool in the teaching of Architectural Construction subjects

*Inmaculada Martínez-Pérez*¹, *Mónica Morales-Segura*¹

¹ *Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control. Escuela Técnica Superior de Edificación. Universidad Politécnica de Madrid. Avenida Juan de Herrera, 6. Madrid – 28040. España*

* *Corresponding author email: i.martinez@upm.es*

Recibido: 28/05/2017 | Aceptado: 09/02/2018 | Fecha de publicación: 30/04/2018
DOI:10.20868/abe.2018.1.3692

TITULARES

- Estudiantes más receptivos a las enseñanzas si lo hacen a través de nuevas tecnologías.
- Inmediatez e interactividad intuitiva en el aprendizaje con el uso de la realidad aumentada.
- Aunque se les proporcione a los estudiantes una herramienta multimedia, estos necesitan el empuje del profesor.

HIGHLIGHTS

- Students more receptive to the teachings if they do it through new technologies.
- Immediateness and intuitive interactivity in learning with the use of augmented reality.
- Although students are provided with a multimedia tool, they need the push of the teacher.

RESUMEN

Para que los alumnos/as de las asignaturas de construcción en la carrera de Edificación entiendan los conceptos, los profesores necesitan enseñar soluciones reales, ya que la construcción es un proceso complejo y es difícil de comprender a través de dibujos, fotos, etc. La visita a los distintos lugares es y ha sido hasta ahora la única manera de mostrar lo que se está explicando pero esto resulta complicado por las diferentes localizaciones de los mismos. Una vez detectada esta dificultad se pensó en la posibilidad de centralizar los casos que se trataban en las asignaturas, dotarlos de una información extra a través de la realidad aumentada y de esta forma mostrárselo al alumnado, para ello la mejor opción era localizarlos en un área próxima a la escuela y conformando un recorrido.

El objetivo de esta investigación ha sido conocer la utilidad que esta nueva herramienta multimedia ha tenido en el desarrollo de la asignatura y si ha proporcionado un mejor aprendizaje en cuanto a la comprensión de los nuevos conceptos, a un acercamiento más amigable a los conceptos o a una consolidación de manera más óptima lo aprendido. Para ello una vez elaborada la herramienta y utilizada en dos grupos de estudiantes se realizó una encuesta entre ellos.

En este trabajo se pretende mostrar no sólo la herramienta móvil realizada si no también los resultados de la encuesta y el análisis de los mismos.

Palabras clave: *Construcción arquitectónica; Realidad aumentada; Geoposicionamiento.*

ABSTRACT

In order to understand the concepts of building construction subjects, teachers need to teach real solutions, that is because construction is a complex process and it is difficult to understand it through drawings, photos, etc. The visit to the different places is, and has been for a long time, the only way to show what is being explained, but this is complicated because the examples are in different locations. Once this handicap was detected, we have focused on the possibility of centralizing the cases that were treated in the subjects and to provide them an extra information through "augmented reality", and in this way show it to students. For that, the best option was to locate the examples in an area next to the school and following a route.

The objective of this research has been to know the usefulness that this new multimedia tool has had in the development of the subject, if it has provided a better learning in terms of understanding the new concepts, a friendly approach to concepts or optimal consolidation from topics that have been learned. To know the result, once the tool was developed and used in two groups of students, a survey was conducted among them. This paper aims to show not only the mobile tool performed but also the results of the survey and the analysis of them.

Keywords: *Building construction; Augmented reality; Geolocation.*

1. ANTECEDENTES E INTRODUCCIÓN

La propuesta que presenta el grupo de innovación docente “Actitud constructiva” está basada en el uso del teléfono móvil o Smartphone como herramienta didáctica y en el análisis de los resultados obtenidos sobre el éxito del uso del mismo de esta manera entre los estudiantes. Los logros conseguidos con la aplicación de la herramienta entre el alumnado, se ha analizado a través de encuestas de satisfacción. Las encuestas se han centrado en distintos aspectos sobre la utilización del sistema de geolocalización y realidad aumentada creado para el aprendizaje de modelos y sistemas constructivos en dos asignaturas del grado de Ingeniería de Edificación. Por lo tanto, la experiencia se ha desarrollado en varias fases –puesta en marcha de la herramienta, uso y aplicación y resultado de la experiencia- y se ha prolongado a lo largo de dos años.

La necesidad de crear la herramienta de realidad aumentada nace de la experiencia docente en materias de construcción arquitectónica en las que los profesores advierten una dificultad de comprensión por parte de los alumnos/as [1]. Esto es debido a que son asignaturas que precisan de la observación directa del objeto y un cierto adiestramiento por parte del alumnado para la percepción del mismo y el docente cuenta con pocos recursos para ello [2]. El problema nació en la época en la que se regularizaron los estudios universitarios y el ritmo impuesto por los planes de estudios dejó de permitir un acercamiento continuo a la práctica constructiva como había ocurrido a lo largo de los siglos mediante las estructuras gremiales [3].

La organización actual de los estudios y el corto periodo de tiempo en el que se desarrollan no permite el acercamiento directo a la aplicación y práctica real de los conocimientos adquiridos [4]. Incluso, la visualización directa sin implicación, como podría ser la visita a un laboratorio, empresa u obra en construcción, tampoco es factible en muchos casos. El número de alumnos/as presentes en las aulas, los complicados horarios, unido a la obligatoriedad de la asistencia a las clases que impone Bolonia, ha ido reduciendo el margen de organización de excursiones y salidas a fábricas, obras, etc. Es por ello que el docente finalmente solo encuentra como herramientas viables para la docencia la documentación gráfica existente y los casos reales construidos, pero sin la posibilidad de compaginarlos. [5]

La manera más óptima de obtener el conocimiento en materia de construcción arquitectónica está basada en la práctica directa, es decir, en que el alumno/a acompañara y realizara junto con el docente la práctica profesional, de la forma en que en la antigüedad el aprendiz acompañaba al maestro [6]. La situación más cercana a este formato sería las llamadas prácticas de empresa, en las que el estudiante integrado en un equipo de trabajo desarrolla una labor profesional [3].

En este caso la problemática se encuentra en que en la actualidad el grado de especialización de las empresas es alto por lo que la experiencia puede quedar reducida a una temática muy concreta. En el caso de que un estudiante se viera enrolado en una obra de edificación completa o en una gran empresa constructora en la que sí pudiera llegar a tratar las fases del proceso edificatorio, sería el corto periodo de tiempo dedicado a la práctica lo que impediría la presencia del alumno/a en las todas las materias

a tratar, ya que la construcción de un edificio se prolonga en el tiempo.

Las visitas puntuales a casas comerciales, obras en ejecución o similares es otra de las enseñanzas prácticas que habitualmente se proponen en los estudios del grado de Edificación. El nivel de satisfacción de los estudiantes y la adquisición de conocimientos que se consigue es muy grande, se han hecho pequeños ensayos para evaluar el logro de la experiencia y el resultado aprueba con creces las expectativas. A los resultados cuantitativos podemos sumar otros menos científicos como son las expresiones en los rostros de los estudiantes de “¡por fin, me he enterado!” que podemos observar durante las visitas.

El problema de estas experiencias, como se comentaba al inicio, está en la dificultad de compaginar el calendario académico con las ferias de construcción o con las agendas de las áreas comerciales de las empresas, por no citar lo complicado que resulta conseguir cuadrar en el ritmo de una obra de edificación la asistencia de una clase a una tarea concreta. Por ejemplo, para entender la ejecución de una cimentación habría que acudir tres o cuatro veces –replanteo, excavación, colocación de armaduras, esperas, etc.- y una de ellas coincidiendo el mismo día del hormigonado. Además, son actividades que buscan el conocimiento sobre una temática concreta y en ocasiones descontextualizada, mientras que lo que el docente de construcción arquitectónica también necesita es involucrar al alumnado, formarlos en cuanto a la percepción constructiva y hacer que interactúe con la realidad edificatoria que encuentra a su alrededor. [7]

En resumen, ante el reto de mostrar al alumnado las distintas soluciones constructivas y su

implementación, el docente encuentra escasos recursos para interactuar con un alumnado cada vez menos activo en cuanto a la observación activa de la realidad y la imagen, pero con grandes capacidades para desenvolverse en un mundo virtual.

1.1 HERRAMIENTAS PARA LA ENSEÑANZA DE LA CONSTRUCCIÓN ARQUITECTÓNICA: REALIDAD AUMENTADA

El dibujo ha sido desde siglos el método más utilizado para transmitir los conocimientos relativos a la construcción, como así hicieron a través de sus tratados Vitrubio, en la época romana, o Andrea Palladio en el siglo XVIII, por citar algunos autores. Los cuales, en sus extensos trabajos, mediante dibujos, enseñaban como se debían resolver los distintos edificios y sus soluciones constructivas. De hecho, el dibujo ha sido la herramienta principal de los profesores de construcción hasta la aparición de la fotografía como técnica habitual y asequible al público [8].

El dibujo como herramienta técnica no se puede obviar, ya que es a través de él desde el que se hace construible una solución propuesta. Pero tiene el inconveniente que la persona a quien se dirige tiene que estar preparada para entenderlo. Si bien las axonometrías u otros sistemas de perspectiva son fácilmente entendibles, los sistemas diédricos resultan más complejos de manejar para los estudiantes de los primeros cursos. Estos no tienen desarrollada la capacidad de leer el conjunto en 3D que se les está proporcionando a través de las vistas planas. Por poner un ejemplo, en un curso de 2º del grado de edificación se le había

explicado en el detalle constructivo de una zapata aislada lo que era un “separador” y, semanas después era dibujado con la mayor naturalidad cuando resolvían situaciones similares. Posteriormente, se pudo comprobar que sólo tres personas, en un grupo de 30, fueron capaces de identificarlo cuando se les mostró la pieza en la realidad. En la misma dirección, en una corrección de soluciones constructivas que había que resolver en planta y en alzado un detalle real, más de dos tercios de la clase no fue capaz de dibujar el detalle en una de las dos vistas o si lo había hecho, las vistas no eran coherentes entre sí. Estas situaciones nos han llevado a la conclusión de que el estudiante tiene dificultades para entender las soluciones constructivas a través del dibujo, muchas más para asimilar el proceso constructivo real y no es capaz de unir la realidad con su representación. En definitiva, no tiene el “ojo” entrenado para la percepción constructiva.

La implantación de la fotografía, el video tutorial o las técnicas de renderizado y realidad virtual como herramientas en la enseñanza de la construcción ha sido definitiva para mejorarla, ya que con ella se han introducido las 3D y la animación de tal manera que se ha facilitado la comprensión de lo que se está observando [9]. Pero todavía, los estudiantes adolecen de la parte relativa a la transposición de lo aprendido con su aplicación a casos reales, ya que los medios citados no son capaces de conjugar la realidad con su representación y son herramientas que mantienen al estudiante como un observador y no como parte activa del intercambio de información. Es por ello que se ha buscado un sistema que además de unir la realidad con sus representaciones virtuales incluya la interacción con el estudiante y de esta manera reproducir en lo posible la transmisión de conocimientos como se hacía entre maestro

y aprendiz, además de que se ejercite en la observación de la realidad constructiva [3].

La realidad aumentada (RA) entendemos que cumple estas dos funciones, ya que gracias a que estamos viendo un entorno físico real a través de un dispositivo tecnológico podemos introducir de manera virtual los elementos que precisemos para completar la realidad que estamos observando [10]. La RA no es más que un conjunto de dispositivos que añaden información virtual a una información física ya existente, es decir, es un sistema que añade una parte “sintética virtual” a la realidad. [11]

Se podía pensar que bastaría el uso de la realidad virtual para mostrar las prácticas constructivas, pero esta, aísla al estudiante de la realidad material y lo coloca en un escenario ficticio en el que es solo un espectador. La realidad aumentada va más allá porque lo virtual se monta sobre lo material de tal manera que podemos percibir la mezcla de las dos realidades. Además, el hecho de situarnos en un lugar físico nos obliga a interactuar con él. [12]

La realidad aumentada precisa de sistemas tecnológicos para ser utilizada, tales como GPS, sistemas de visionado, cámara fotográfica, etc. pero en la actualidad cualquier Smartphone dispone de estos recursos. [13]

Se ha utilizado la realidad aumentada en su forma “ligeramente aumentada”, y para ello el grupo, se ha basado principalmente, en las denominadas tecnologías del consumidor, es decir, en herramientas creadas con fines recreativos y profesionales y que no han sido diseñadas con fines educativos, aunque se puedan utilizar para el aprendizaje y adaptarse bastante bien a la enseñanza. Este tipo de tecnologías llegan a las universidades porque la gente las utiliza, más que a la inversa [14].

Con ese fin se seleccionó una herramienta de geoposicionamiento ampliamente conocida y utilizada, Google Maps, procediendo a crear un itinerario interactivo que permitiera a los alumnos visitar y conocer “in situ” determinados elementos de construcción arquitectónica cercanos a su zona de estudios, es decir, en la Ciudad Universitaria de Madrid.

El uso de esta herramienta de georeferenciación ha permitido que el itinerario creado sea accesible desde cualquier móvil y que cumpla la condición fundamental que se pretendía de utilizar un software de dominio público

La introducción de elementos multimedia, materializado en un conjunto de fichas con imágenes e información técnica, permite aportar la inmediatez e interactividad intuitiva en el aprendizaje de los alumnos, que conlleva el uso de la realidad aumentada. De este modo no se requiere ninguna explicación magistral por parte del docente, ni la memorización de conceptos por parte del alumnado, sino que lo que interesa es proporcionar la mencionada inmediatez, garantizar la rápida asimilación de conceptos, el incremento de la motivación del alumno y el acercamiento del concepto teórico al elemento arquitectónico o constructivo real, en lugar de como habitualmente se ha venido realizando, acercando el elemento constructivo en imagen al aula. [15]

En resumen, las técnicas de realidad aumentada compaginan los dos campos que se han de tratar en las enseñanzas de la construcción arquitectónica: la asimilación de los conocimientos a través de modelos ficticios que responden a una realidad. Hasta la actualidad esta tarea venía realizándose de manera interrumpida, puesto que era complicado solapar los dos ámbitos mientras que una vez que se ha generado y desarrollado una aplicación o herramienta de RA cualquier

persona puede acceder a ambos campos de conocimiento simplemente con un Smartphone.

1.2 EL “MÓVIL” COMO HERRAMIENTA DIDÁCTICA

La presencia constante de las tecnologías de la información y la comunicación en prácticamente todos los ámbitos de la vida personal y social está generando un profundo cambio en nuestra sociedad actual.

Los niños, adolescentes y jóvenes se pueden considerar nativos digitales, ya que según el Informe Mobile en España y en el Mundo 2016, realizado por Ditrendia, en 2015, un 98% de los jóvenes de 10 a 14 años contaba ya con un teléfono de última generación con conexión a internet. Según los datos recogidos por Reig y Vílchez [16], el 85% de los internautas de entre 16 y 24 años se conecta a internet a diario y casi tres de cada cuatro jóvenes se conectan más de dos horas al día.

El Smartphone se está convirtiendo en un aparato esencial muchas personas tanto en su vida personal como profesional. Los jóvenes entre 16 a 24 años utilizan más el Smartphone para enviar mensajes, navegar por internet, acceder a redes sociales, o utilizar apps.

La penetración de los Smartphones tiene una especial incidencia en España, siendo la mayor de Europa. Según un estudio realizado en el año 2013 [17], se indica que mientras la media en países europeos como Inglaterra, Italia, Francia o Alemania es del 57%, en España ya alcanzaba el 66%. A los 14 años, el 83% de los niños/as españoles tienen un Smartphone.

Un estudio elaborado por el Pew Research Center [18], con datos de EEUU pero que reflejan la tendencia que se va a dar en el resto

del mundo, indica que el 78% de los adolescentes tienen un teléfono móvil y el 47% de ellos posee un smartphone que usa principalmente para conectarse a internet.

En el 2013 Tuenti realizó un estudio en colaboración con la compañía de investigación de mercado IPSOS [19], encuestando a 2000 jóvenes entre 16 y 35 años, desvelando algunos valores interesantes para conocer los intereses de nuestros alumnos universitarios:

“En relación a los estudios, el 40% de los encuestados afirma que utiliza el móvil para estudiar intercambiando apuntes con los compañeros de clase (34%) o buscando información en internet (26%). Tan sólo un 16% dice que ha empleado el smartphone para copiar en los exámenes y la técnica más utilizada consiste en guardarse las “chuletas” en el móvil (17%). demás, en horario lectivo: 44% de usuarios encuestados afirma que no utiliza el teléfono móvil y el resto se reparte entre acceder a redes sociales (26%), chatear con amigos (24%), hacer fotos (5%) y un mínimo porcentaje de usuarios que utilizan su smartphone para hacer vídeos (1%). En cuanto a la prohibición de llevar el teléfono móvil a clase, el 72% de los encuestados se posiciona en contra de esa medida.”

Con esta situación podemos constatar que los dispositivos móviles destacan con una de las tecnologías que serán las protagonistas en educación en un futuro próximo [20]. El informe Horizon Report realizado en el 2014 [21], que analiza las tendencias y tecnologías que se utilizarán en los próximos años por las organizaciones dedicadas al aprendizaje concluye que “Los móviles representan un recurso sin explotar para llegar a los estudiantes y para cerrar la brecha entre el aprendizaje que ocurre en la escuela y el aprendizaje que ocurre en el mundo.” El informe realizado por esta

misma organización en 2012 ya fijaba en 2 o 3 años el horizonte de implantación del denominado aprendizaje con móviles (Mobile Learning).

La integración de los denominados aprendizaje online, híbrido y colaborativo implica cambios en la educación superior, y en concreto, el uso de nuevas fuentes de datos para personalizar la experiencia del aprendizaje.

El informe Horizon Report [21], concluye, después de analizar la situación actual de las universidades a nivel internacional, que en general los profesores, quieren mejorar sus pedagogías, pero carecen de los recursos y del apoyo de sus instituciones para hacerlo.

2. DISPOSITIVO EXPERIMENTAL

2.1 CREACIÓN DE UN ITINERARIO EN UN MAPA INTERACTIVO

Los profesores del grupo de innovación educativa “Actitud Constructiva”, procedieron a seleccionar un pequeño catálogo de información sobre edificios de la Ciudad Universitaria de Madrid. Posteriormente esta información se organizó en un conjunto de fichas ligadas a cada uno de los lugares con una situación geográfica concreta.

El formato de cada una de las fichas se generó en formato HTML de página web completa, con el fin de posibilitar su descarga desde cualquier ordenador y cualquier dispositivo móvil, no requiriendo el uso de ninguna aplicación ligada a una marca en concreto.

El itinerario configurado por el grupo pretendía un recorrido que permitiera a los alumnos visitar presencialmente todos los edificios o elementos constructivos incluidos en el catálogo.

**Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia
en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica**
Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

A los alumnos se les aportó como acceso al itinerario una dirección web: <https://www.google.com/maps/d/viewer?mid=z5WN4lZY9pwg.kymnlbLbstw4> (Figura 1)



Fig. 1. Código QR de acceso al itinerario interactivo.

Y también se les aportó el enlace a través de un código QR para facilitar el acceso desde su dispositivo móvil al itinerario interactivo de Google Maps. (Figura 2).

En el itinerario se añadieron 16 marcadores, dos de ellos los puntos azules de comienzo y final de itinerario, (figura 2), y los 14 restantes, rojos, los que señalan la ubicación de elementos constructivos concretos. En algunos de estos marcadores se recogen hasta 5 elementos constructivos, como es el caso de la Residencia Universitaria Galdós. (Figura 3).

Al seleccionar cada uno de los marcadores, aparece uno o varios enlaces en la columna izquierda de información, en función de los elementos constructivos que puedan visitarse en ese punto referenciado.

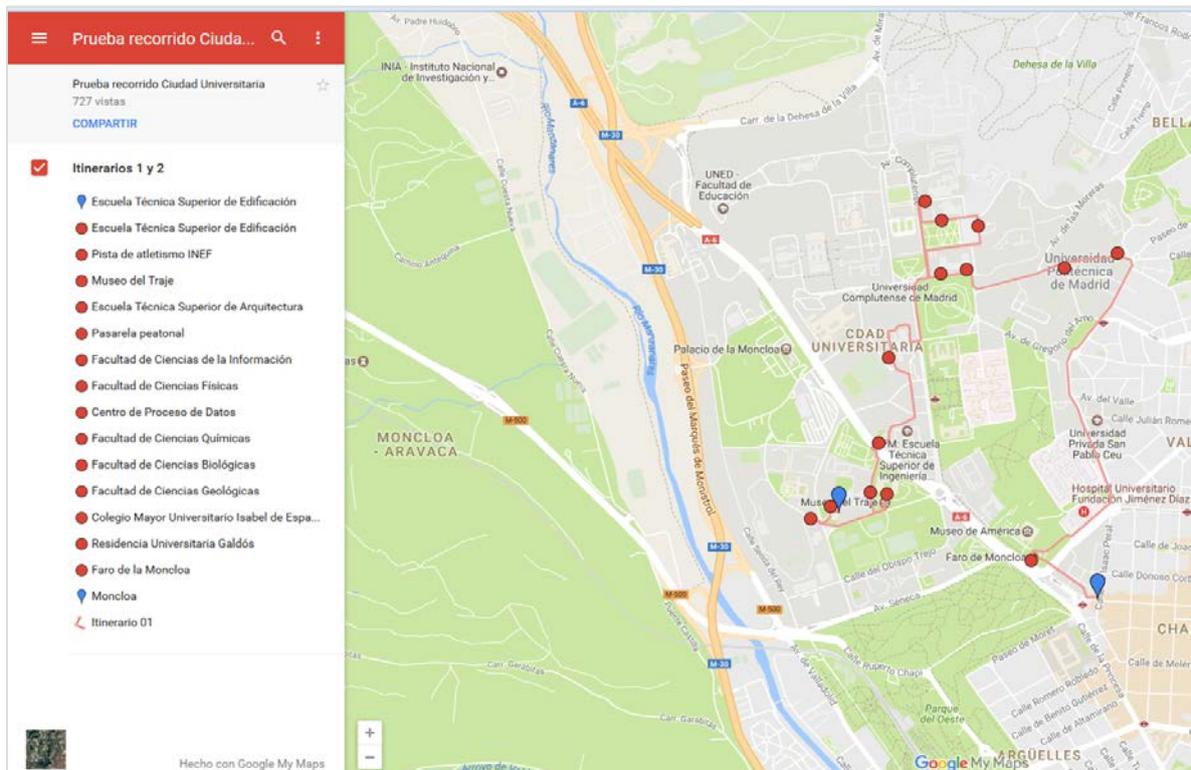


Fig. 2. Itinerario interactivo en Google Maps con 12 marcadores.

Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica
Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

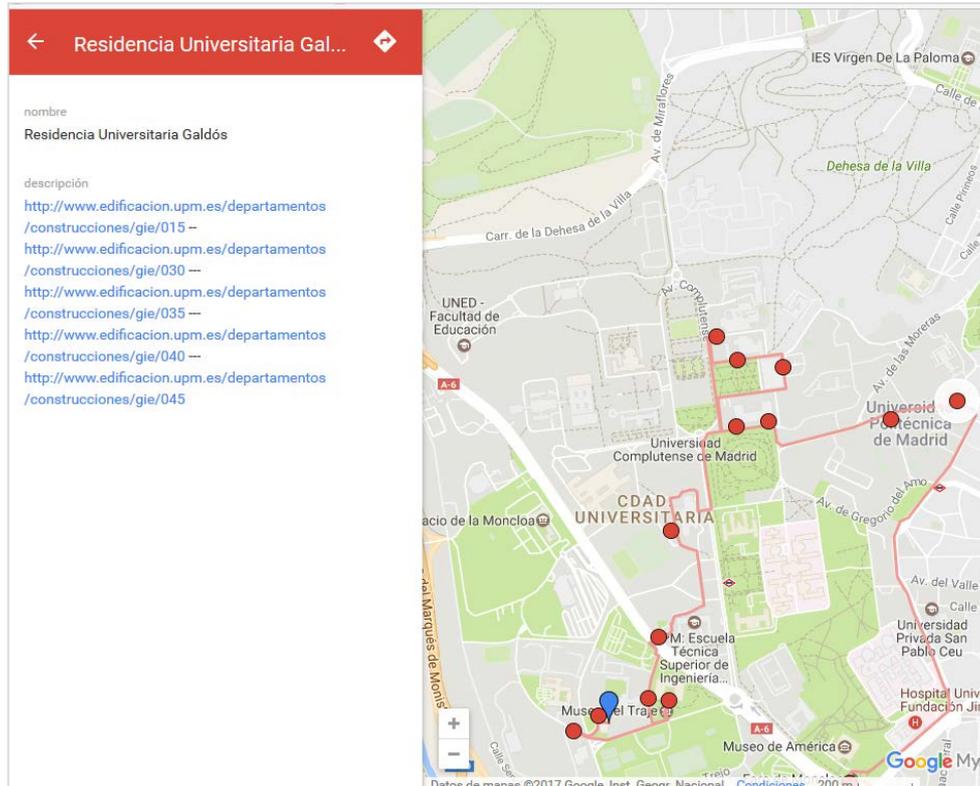


Fig. 3. Ficha de la Residencia Universitaria Galdós con 5 elementos constructivos.



FORJADO DE CUBIERTA REALIZADO CON LOSAS ALVEOLARES DE HORMIGÓN ARMADO

Conceptos Constructivos:

- La losa alveolar es un elemento superficial plano de hormigón armado, con canto constante y aligerado mediante alveoles longitudinales.
- Se requieren cantos inferiores que con otros sistemas de forjado.
- En ocasiones, según cálculo, se puede prescindir de capa de compresión.
- Tiene la ventaja de la rapidez de montaje, mejorando así los plazos de ejecución.
- Se fabrican con cantos de entre 12 y 50cm, aunque existen losas de hasta 83cm cubriendo luces de 20m.

Materiales que se observan:

- Losas alveolares prefabricadas de Hormigón Armado.

Medición del elemento constructivo:

- Las losas prefabricadas se miden en m² o en unidades.



Localización: Centro de proceso de datos
Avenida de la Complutense 24

Fig. 4. Ficha correspondiente al marcador localizado en el Centro de Proceso de Datos, referente al elemento de forjado de cubierta realizado con losas alveolares de HA.

Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica

Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

Al pinchar en cada uno de los enlaces, el dispositivo móvil carga una página web con contenido relativo al elemento constructivo que se está visualizando “in situ”. Estos contenidos web están almacenados en una base de datos ubicada en el servidor del Departamento de Construcciones Arquitectónicas y su Control de la Escuela Técnica Superior de Edificación de Madrid (ETSEM) de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Cada una de las fichas que los alumnos se pueden descargar en formato web, enlazadas con cada elemento constructivo, cuentan con una o varias imágenes generales y en detalle del elemento, y una información de texto lo suficientemente breve y condensada como para poder ser leída en el momento y utilizada como guía para la observación del detalle. (Figura 4).

En todas las fichas, (figuras 5 y 6), el texto incluye una definición del elemento constructivo (a), la localización de dicho elemento (b), la descripción del elemento (c), aunque este texto de descripción sólo aparece en los casos que así lo requiere el sistema constructivo, los conceptos constructivos que debe conocer el estudiante sobre ese elemento (d), los materiales que se observan (e) y una indicación sobre cuál es el modo de medición de ese elemento constructivo (f).

Además, algunas cuentan con un enlace en el que se puede leer “Para ver detalle hacer click en la foto”, y una vez realizada dicha acción, se descarga automáticamente una imagen, también almacenada en la base de datos de fichas, con un croquis en el que se pueden visualizar cada uno de los elementos que componen cada una de las capas del sistema constructivo.

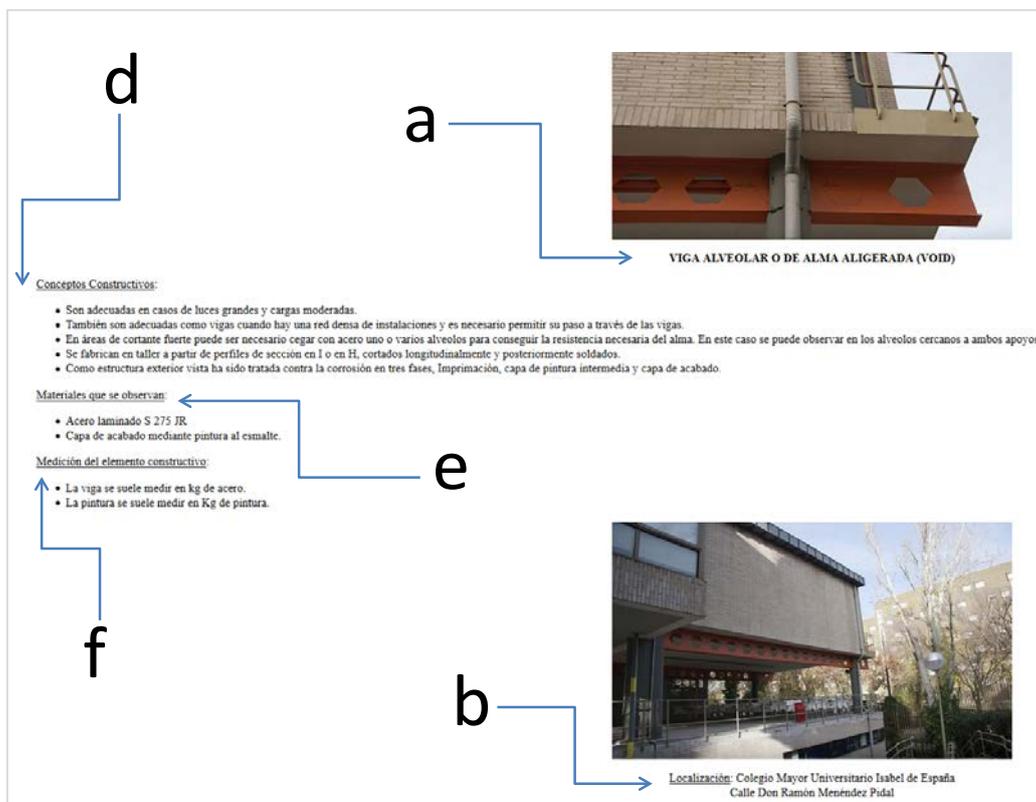


Fig. 5. Elementos de texto incluidos en las fichas de los elementos constructivos. Ejemplo de Viga alveolar o de alma aligerada, situada en el Colegio Mayor Universitario Isabel de España.

**Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia
en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica**
Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

Para ver detalle hacer click en la foto

FACHADA VENTILADA DE PIEDRA EN ZONA DE ESCALERA

c

a

g

d

e

f

Descripción:
Fachada ventilada de piedra (chapado de granito) compuesta de:

- Aplacado de granito con fijación mecánica.
- Anclajes individuales de acero (galvanizado o inoxidable) regulables en las tres dimensiones.
- Cámara de aire (espesor variable en función del grado de ventilación y las propiedades térmicas deseadas).
- Aislante térmico (manta de fibra de vidrio con velo hidrofugado, proyectado de poliuretano, aislantes termorreflectivos ...).
- Hoja de soporte (murete de ladrillo, paneles sándwich en seco ...).
- Posible trasdosado interior (en paneles en seco) o revestimiento (en murete de ladrillo).

Conceptos Constructivos:

- En ocasiones por escasa ventilación se convierte en un aplacado de piedra fijado mecánicamente.
- Por el riesgo de impactos en ocasiones se maciza la cámara de aire en las placas inferiores.
- Existen sistemas de fijación más sofisticados mediante perfiles, en ese caso lo que se regula tridimensionalmente son los anclajes de los perfiles.

Materiales que se observan:

- Peto exterior de escalera revestido con aplacado de piedra.

Medición del elemento constructivo:

- Las placas de piedra se miden en m².
- Los conectores se miden en ud.
- Los ladrillos se miden en m² o en ud.

Fig. 6. Elementos de texto incluidos en las fichas de los elementos constructivos.
Ejemplo de Fachada ventilada de piedra en zona de escalera, situada en la residencia universitaria Galdós.

Un ejemplo de detalle constructivo en croquis puede verse en la figura 7, correspondiente a la fachada ventilada de piedra en una zona de escalera (figura 6), situada en la residencia universitaria Galdós.

De todos los elementos constructivos recogidos en el catálogo mostrado a lo largo del itinerario interactivo se puede decir que estos elementos se pueden agrupar en varias categorías, en función de lo que se pretende enseñar al estudiante.

Por un lado, hay determinados elementos que lo que muestran son patologías existentes en el elemento constructivo, ya sea por falta de mantenimiento, por una inadecuada ejecución, por defectos propios del material utilizado o producidos por defectos propios del material utilizado o producidos por elementos externos (Figura 8).

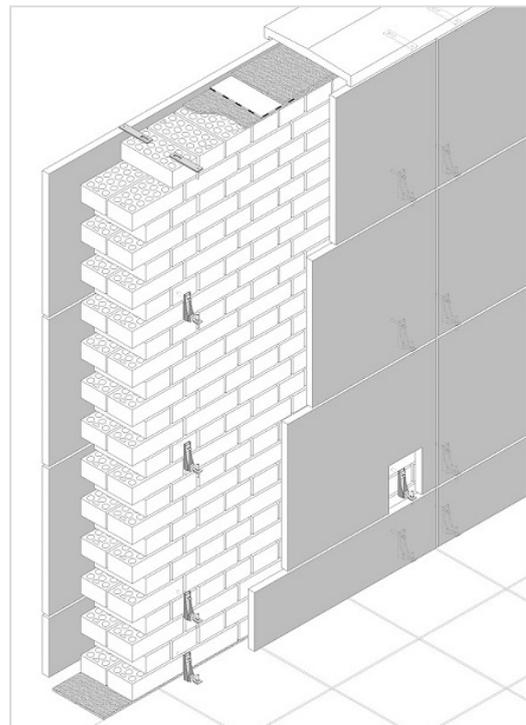


Fig. 7. Croquis de detalle constructivo de fachada ventilada de piedra en zona de escalera, situada en la residencia universitaria Galdós.

Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica

Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

También una serie de elementos que podrían agruparse en la categoría de tipologías de sistemas constructivos, como en el caso de la

fachada de chapa ondulada situada en la facultad de Ciencias de la Información, figura 9, o la fachada ventilada de las figuras 6 y 7.

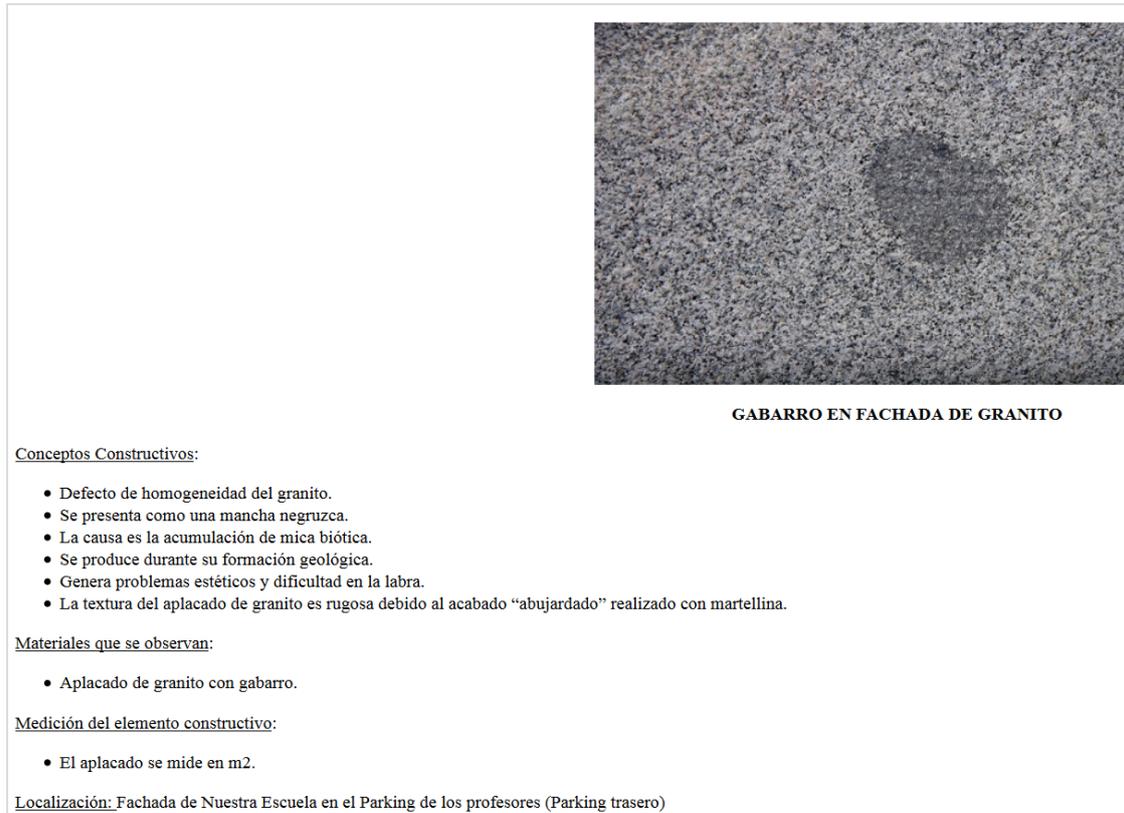


Fig. 8. Ejemplo de defecto en el material utilizado para la ejecución del elemento constructivo. Gabarro en fachada de ladrillo. Situada en el parking trasero de la ETSEM.



Fig. 9. Ejemplo de tipología de elementos constructivos. Fachada de chapa ondulada situada en la facultad de Ciencias de la Información.

**Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia
en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica**
Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

Otra de las categorías de elementos que se muestran a los alumnos es la de elementos estructurales, ya sean como integrante de una de las partes del edificio, como la envolvente, como ocurre con el caso del forjado de cubierta realizado con losas alveolares de hormigón armado que se muestra en la figura 4, o como elemento estructural visto como la viga alveolar o de alma aligerada mostrada en la figura 5.

Hay ejemplos, entre otros de una viga PRATT situada en la residencia universitaria Galdós, o de la basa en articulación de la pasarela peatonal sobre la A 6 que da acceso al edificio de la escuela de Agrónomos.

Por último, existe una categoría más de elementos recogidos que pretenden mostrar buenas prácticas de ejecución para evitar posibles patologías relacionadas con los agentes externos y las cargas que van a interaccionar con el edificio a lo largo de su vida útil, como es el agua, el sol, el viento, las diferencias de temperaturas estacionales y también diarias, etc. Uno de los ejemplos es la junta de dilatación estructural y constructiva mostrada en la figura 10 y situada en la Facultad de Ciencias Físicas.



JUNTA DE DILATACIÓN ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVA

Conceptos Constructivos:

- La junta de dilatación es un elemento elástico que permite movimientos relativos liberando tensiones debidas a los cambios de temperatura o a las propias cargas que soporta la estructura o elemento constructivo.
- Según el CTE no deben diseñarse elementos estructurales continuos de más de 40m, debiendo ejecutarse juntas de dilatación para evitarlo.
- Las juntas constructivas en fábricas de ladrillo, según el CTE, tienen que localizarse a una distancia máxima de entre 8 y 30m en función de las características del ladrillo y el mortero.
- Las juntas estructurales tienen que ir acompañadas de juntas constructivas en todos los elementos coincidentes con ellas.
- El material de relleno debe ser elástico y con capacidad de absorber los movimientos de la estructura o del elemento constructivo. En el caso de fachadas o cubiertas debe ser estanca e impermeable.

Materiales que se observan:

- Junta de dilatación vertical con material de relleno elástico e impermeable.

Medición del elemento constructivo:

- Las juntas de dilatación se miden en metro lineal.



Localización: Facultad de Ciencias físicas
Plaza de las Ciencias

Fig. 10. Ejemplo de buenas prácticas en la ejecución.
Junta de dilatación estructural y constructiva situada en la Facultad de Ciencias Físicas.

**Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia
en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica**
Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

Preguntas	Valoraciones				
	1	2	3	4	5
¿Te ha parecido útil?	0	2	3	25	30
¿Te ha resultado fácil de poner en funcionamiento?	0	1	4	22	33
¿Es fácil de usar?	0	1	5	30	24
¿Te parece bien que esté integrada en google maps?	1	1	5	18	35
¿Has aprendido algo con el recorrido?	0	1	1	32	26
¿Te parecería útil su ampliación a conceptos de otras asignaturas?	0	0	6	23	31
VALORACIONES EMITIDAS	1	6	24	150	179

Tabla 1. Resultados de las valoraciones realizadas por los alumnos encuestados a las preguntas a) a e)

2.2 ENCUESTA A LOS ALUMNOS QUE HAN REALIZADO EL ITINERARIO INTERACTIVO

De los alumnos que, dentro de alguna de las materias que se imparten en el Grado en Edificación de la ETSEM, habían realizado el itinerario interactivo, se realizó una encuesta con el fin de conocer su opinión sobre el método de aprendizaje utilizado.

Se realizaron una serie de preguntas a las que los alumnos sólo debían responder con una valoración numérica:

1: Completamente en desacuerdo

2: En desacuerdo

3: No se

4: De acuerdo

5: Completamente de acuerdo

Con las que se pretendía obtener información sobre:

- a) La utilidad de uso del itinerario realizado utilizando el geoposicionamiento y la realidad aumentada. ¿Te ha parecido útil?
- b) La facilidad de puesta en funcionamiento para acceder al itinerario. ¿Te ha resultado fácil de poner en funcionamiento?
- c) La facilidad de uso del itinerario realizado utilizando el geoposicionamiento y la realidad aumentada. ¿Es fácil de usar?
- d) Saber si veían adecuado el uso de google maps para realizar el itinerario. ¿Te parece bien que esté integrada en google maps?
- e) Conocer si consideraban que habían aprendido algo en el recorrido realizado. ¿Has aprendido algo con el recorrido?
- f) Saber su opinión sobre la utilidad de ampliar este sistema a otras asignaturas. ¿Te parecería útil su ampliación a conceptos de otras asignaturas?

Por último, se incluyeron en la encuesta dos preguntas más en la que se esperaba que el alumno respondiera con un texto aportando su opinión, en ellas se preguntaba al alumno:

**Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia
en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica**
Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

g) Si podría decir algún concepto nuevo que hubiera aprendido durante la realización del itinerario interactivo. ¿Te importaría decirnos algún concepto nuevo que hayas aprendido?

i) h) Y si creía que se podría mejorar el proyecto de itinerario interactivo configurado. ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto?

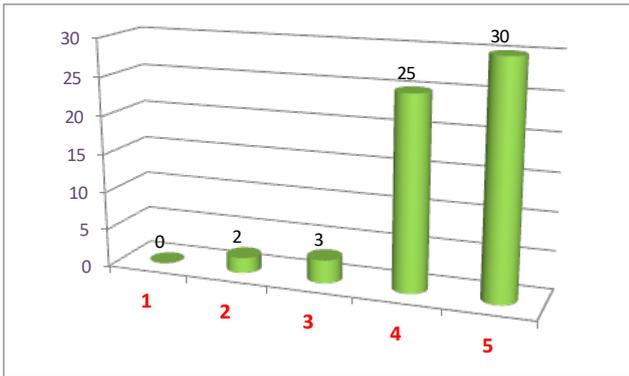


Fig. 11. Valoración de los 60 alumnos a la utilidad del itinerario interactivo. Pregunta a)

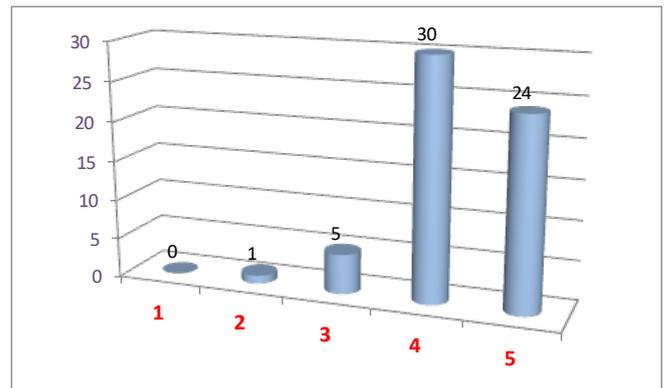


Fig. 13. Valoración de los 60 alumnos a la utilidad del itinerario interactivo. Pregunta c)

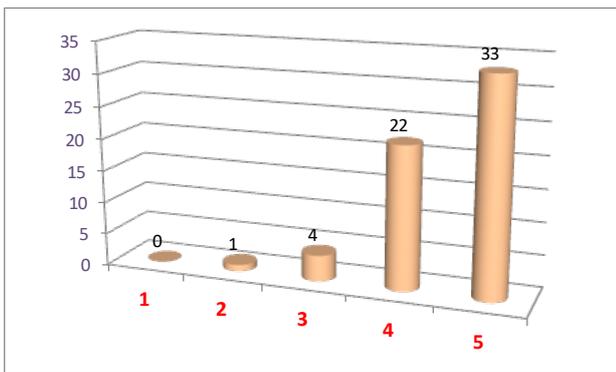


Fig. 12. Valoración de los 60 alumnos a la utilidad del itinerario interactivo. Pregunta b)

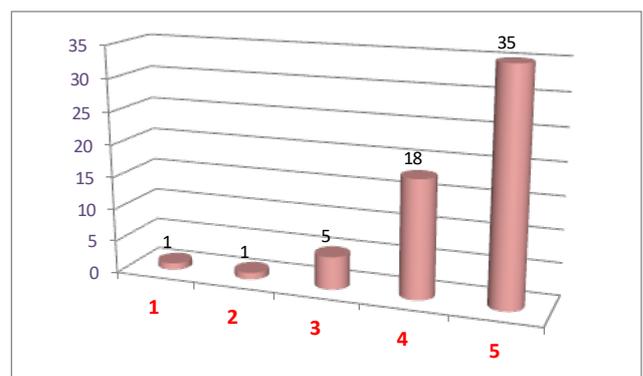


Fig. 14. Valoración de los 60 alumnos a la utilidad del itinerario interactivo. Pregunta d)

**Recorridos interactivos de realidad aumentada como nueva herramienta multimedia
en la enseñanza de asignaturas de construcción arquitectónica**

Inmaculada Martínez-Pérez, Mónica Morales-Segura

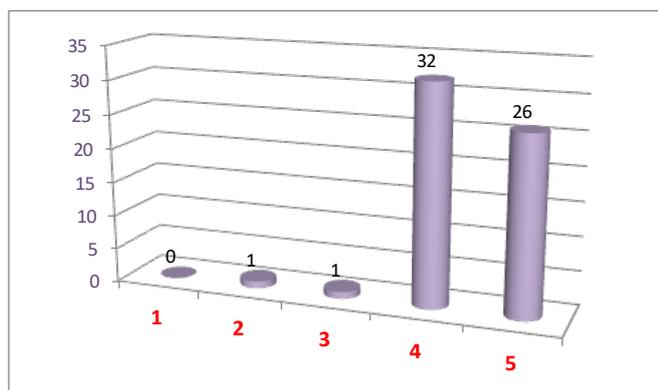


Fig. 15. Valoración de los 60 alumnos a la utilidad del itinerario interactivo. Pregunta e)

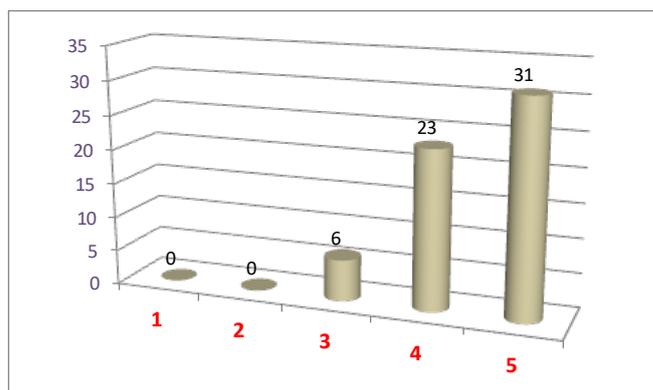


Fig. 16. Valoración de los 60 alumnos a la utilidad del itinerario interactivo. Pregunta f)

Respuestas a la pregunta g) ¿Te importaría decirnos algún concepto nuevo que hayas aprendido?	Nº de Valoraciones
Observar los conceptos aprendidos en clase en la realidad ayuda a entenderlos mejor	10
Como realizar estructuras de acero. Soldadura	6
Estructura metálica de escalera escamoteable (Figura 17)	6
Los errores en la construcción	3
Método de resolución del último tramo de escalera de ETSAM	2
Diferencia entre encofrados, escaleras metálicas y distintos apoyos	1
Detalles de fachada más definidos	1
Infinidad de detalles que no me imaginaba en la realidad, sólo sabía dibujarlos	1
Que es el tramex	1
Que hay que observar mejor lo que tenemos a nuestro alrededor porque no somos capaces de detectar en la realidad las cosas que aprendemos en clase.	1
La triangulación de la cubierta de chapa del parking	1
VALORACIONES EMITIDAS	34

Tabla 2. Resultados de las valoraciones realizadas por los 60 alumnos encuestados a la preguntas g) ¿Te importaría decirnos algún concepto nuevo que hayas aprendido?

3. RESULTADOS

Como resultados de las encuestas efectuadas a los 60 alumnos se ha elaborado una tabla en la que se muestran las valoraciones cuantitativas realizadas por estos alumnos como respuesta a las preguntas a) a e) que se les habían realizado. (Tabla 1). Y a los que los alumnos debían responder con la valoración numérica mencionada anteriormente en el apartado 3.

En las figuras 11, 12, 13, 14, 15 y 16 se pueden ver los gráficos de cuáles han sido las valoraciones relativas a la opinión de los

alumnos sobre las distintas preguntas realizadas en la encuesta.

Por último, en referencia a las preguntas g) y h) se obtuvieron las respuestas indicadas en las tablas 2 y 3 respectivamente:

- a) Si podría decir algún concepto nuevo que hubiera aprendido durante la realización del itinerario interactivo. ¿Te importaría decirnos algún concepto nuevo que hayas aprendido?
- b) Y si creía que se podría mejorar el proyecto de itinerario interactivo configurado. ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto?

Respuestas a la pregunta h) ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto?	Nº de Valoraciones
Mayor tiempo para hacer la visita	7
Que además de lo explicado en el móvil el profesor amplíe las explicaciones	4
Ampliar más la zona de recorrido para ver otras soluciones constructivas y los contenidos existentes	4
La opción de ser una aplicación interactiva en la que se puedan ir desactivando las capas e ir desnudando el edificio, tal y como se tiene previsto realizar	3
Que la visita se realizara con un grupo más reducido de alumnos con el profesor	2
Si saliendo más	2
Poder ver las estructuras en el momento de ejecución	1
Separar los elementos constructivos en función de la asignatura de estudio	1
Que sea una aplicación descargable que pueda usarse sin conexión a internet	1
Crear una aplicación y no un enlace únicamente	1
Que la aplicación funcione para móviles con Windows 8	1
Se podría incluir un pequeño esquema de estructura para ver momentos y fisuraciones en la ejecución	1
Incluir más elementos a ver para un recorrido tan largo	1
VALORACIONES EMITIDAS	29

Tabla 3. Resultados de las valoraciones realizadas por los 60 alumnos encuestados a la pregunta h) ¿Qué crees que se podría mejorar del proyecto?

4. CONCLUSIONES

El objetivo del proyecto era el dotar a la enseñanza de la construcción de un recurso basado en las nuevas tecnologías que ayudase a los estudiantes en su formación. La necesidad nace de la falta de recursos con que cuenta el profesorado y al mismo tiempo la percepción de que las nuevas tecnologías, familiares a los estudiantes, han de ser una buena herramienta para conseguir su involucración en las enseñanzas.

Como se ha descrito a lo largo del documento, una vez que se creó la herramienta y se puso en práctica con dos grupos de estudiantes se procedió a la elaboración de una encuesta para comprobar el grado de satisfacción y eficacia que había tenido la experiencia. Las conclusiones que se han podido obtener tras el análisis de las respuestas son las siguientes:

- Los estudiantes están más receptivos con las enseñanzas si lo hacen a través de las nuevas tecnologías, ya que son generaciones que han nacido y crecido de la mano de ellas. Pero el docente y los estudiantes tienen que ser conscientes de que estas herramientas han de ser solo un medio para la enseñanza, ya que existe el peligro de quedarse en lo puramente virtual y perder la visión de la realidad. Lo que el estudiante precisa es aprender a observar la realidad y a integrarla en sus conocimientos teóricos. El desarrollo de su profesión consistirá en esto en ejecutar las soluciones constructivas que están representadas, pasar de lo virtual a lo real.
- Hay una mayor interacción con la asignatura. Los alumnos/as al comprender mejor los conocimientos los integran y esto les hace avanzar en el conocimiento. El entender lo que se está estudiando es la base de cualquier aprendizaje, lo contrario provoca el

aburrimiento y la desgana. En cuanto al acercamiento de los conocimientos mediante estas herramientas hay que tener cuidado de que los estudiantes no se queden en lo anecdótico, es decir que asimilen sólo casos concretos dentro del recorrido y no en la generalidad de la actividad que es el despertar la mirada constructiva en los estudiantes.

- Los estudiantes están demandando la aplicación práctica de los conceptos teóricos y la transversalidad entre las distintas asignaturas. En cuanto a lo primero hay que tener presente que se tratan de estudios universitarios por lo que la formación teórica es fundamental y la práctica lo que debe es ayudar al entendimiento de esta. La práctica de la profesión corresponde a otro tipo de formación.
- Aunque se les proporcione una herramienta en la que los estudiantes se manejen con facilidad necesitan el empuje del profesor. No sólo a la hora de tener la iniciativa de hacer el recorrido sino también durante el mismo, en las encuestas realizadas se opinó el respecto sobre este tema y se advierte diferencia de resultados entre los estudiantes que realizaron solos el recorrido y los que fueron acompañados por el profesor.

La experiencia de la incorporación de una herramienta de realidad aumentada en las enseñanzas de la construcción arquitectónica ha sido aceptada muy notablemente por el alumnado y los resultados obtenidos han sido muy satisfactorios, es por ello que el grupo de investigación "Aptitud constructiva" pretende continuar en un futuro mejorando la herramienta.

Según el resultado de las encuestas y lo percibido del uso las acciones de futuro a emprender, expresadas brevemente, serían:

- Ampliación de los recorridos: no solo con la incorporación de nuevas rutas, sino también introduciendo nuevos marcadores en los ya existentes. También se ha visto la necesidad de la creación de recorridos temáticos, lo que facilitaría la enseñanza de sistemas constructivos concretos al poder discriminar por tipologías los marcadores existentes.
- Complementar la información incorporada: con introducción de nuevas referencias, de otras asignaturas como pueden ser reseñas históricas, cálculos estructurales, etc. También con la ampliación de lo ya existe mediante la incorporación de más enlaces, videos tutoriales de procesos constructivos, secciones constructivas interactivas, etc.
- Apertura a otros grados universitarios o incluso a la sociedad en general: mediante la colocación física de códigos QR en los edificios, de tal manera que cualquier persona solo acercando su Smartphone al código pueda acceder a la información.

5. AGRADECIMIENTOS

A Juan Francisco Alamillo, Julián García, Fernando Magdalena y David Caballol, parte del resto de los miembros del grupo de innovación educativa que realizaron la primera parte de este proyecto y nos han facilitado la información necesaria para continuar con el estudio.

6. REFERENCIAS

- [1] Basogain, M.; Olabe, M.; Espinosa, K.; Roueche, C. y Olabe, J.C. (2007): *Realidad Aumentada en la Educación: una tecnología emergente*. Actas 7ª Conferencia Internacional de la Educación y la Formación basada en las Tecnologías. Online EDUCAMADRID'2007: pp. 24-29
- [2] Camacho, M. M.; Urquía, E.; Rivero, M. J. y Pascual, D. (2016): *Recursos multimedia para el aprendizaje de Contabilidad Financiera en los grados bilingües*. Educación XX1: vol. 19, num. 1, pp. 63-89. doi:10.5944/educXX1.13941
- [3] Alamillo, J.F; García, J. Y Magdalena, F. (2014): *La realidad aumentada como estrategia de enseñanza en construcción*. Actas V Encuentro Internacional de Intercambio de Experiencias Innovadoras en la Docencia. Pp. 183-190.
- [4] Martínez, P., Pérez, J. y Martínez, M. (2016): *Las TICS y el entorno virtual para la tutorial universitaria*. Educación XX1: vol. 19, num. 1, pp. 287-310. doi:10.5944/educXX1.13942
- [5] Prendes, C. (2015): *Realidad aumentada y educación: análisis de experiencias prácticas*. Pixel-Bit Revista de Medios y Educación: num. 46, p. 187-203. <http://dx.doi.org/10.12795/pixelbit.2015.i46.12>
- [6] Izquierdo García, P. (1998): *Historia de los estudios, competencias y atribuciones de los aparejadores y arquitectos técnicos*. Madrid: Dykinson.
- [7] Redondo, E; Sánchez Riera, A; Moya Sala, J. (2012): *La ciudad como aula digital: enseñando urbanismo y arquitectura mediante Mobile Learning y la realidad aumentada: un estudio de viabilidad y de caso*. ACE: Architecture, City and Environment: Vol. 7, num. 19, pp. 27-54. <http://hdl.handle.net/2099/12344>
- [8] Luzadder, Warren J. (1998): *Fundamentos de dibujo en ingeniería*. Estados Unidos: Prentice Hall.

- [9] Cabero, J.; Barroso, J. (2016): *Posibilidades educativas de la Realidad Aumentada*. New Approaches in Educational Research: Vol. 5, num. 1, pp. 46-52.
- [10] Fombona, J.; Vázquez-Cano, E. (en prensa): *Posibilidades de utilización de la Geolocalización y Realidad Aumentada en el ámbito educativo*. Educación XX1. <http://dx.doi.org/10.5944/educxx1.10852>
- [11] Haller, M., Billinghamurst, M. y Thomas, B. (2006): *Tecnologías Emergentes de la Realidad Aumentada: Interfaces y Diseño*. Estados Unidos: Idea Group Publishing.
- [12] Leiva, J.J.; Moreno, N. (2015): *Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: Experiencias y herramientas didácticas*. Revista DIM: Año 11, num. 31, pp. 1-18. <http://dim.pangea.org/revista31.htm>
- [13] Moralejo, L.; Sanz, C.; Pesado, P y Baldassarri, S (2014): Avances en el diseño de una herramienta de autor para la creación de actividades educativas basadas en realidad aumentada. Revista TE&ET: num. 12, pp. 8-14.
- [14] Klopfer, E. (2008): *Aumented Learning: Research and Desing of Mobile Educational Games*. Massachussets, USA: The MIT Press.
- [15] Nagata, J.; García Bermejo, J.; Martínez, F. (2015): Patrimonio Virtual del Territorio: Diseño e implementación de Recursos Educativos en Realidad Aumentada y Navegación Peatonal Móvil. VAEP-RITA: vol. 3, num. 1, pp. 46-51
- [16] Reig, D. y Vílchez, L.F. (2013). *Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: tendencias, claves y miradas*. Madrid: Fundación Telefónica. Último acceso 05/03/2017. http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/publicaciones/detalle/182
- [17] Canovas, G., García de Pablo, A., Oliaga San Atilano, A., Aboy Ferrer, I. (2014). *Menores de Edad y Conectividad Móvil en España: Tablets y Smartphones*. Centro de Seguridad en Internet para los Menores en España: PROTEGELES, dependiente del Safer Internet Programme de la Comisión Europea. www.diainternetsegura.es/descargas/estudio_movil_smartphones_tablets_v2c.pdf
- [18] Pew Research Center, April, 2015: *The Smartphone Difference*. Último acceso 05/03/2017. <http://www.pewinternet.org/2015/04/01/us-smartphone-use-in-2015/>
- [19] Informe Tuenti-IPSOS. Último acceso 05/03/2017. <http://ipsos.es/node/126>
- [20] Sánchez, M.; Serrano, J.L. y Prendes, M.P. (2013): *Análisis comparativo de las interacciones presenciales y virtuales de los estudiantes de enseñanza secundaria obligatoria*. Educación XX1: vol. 16, num. 1, pp. 351-374. Doi: 10.5944/educxx1.16.1.730
- [21] Horizon Report NMC (2014). Higher Education Edition. Último acceso 05/03/2017. <http://www.nmc.org/publication/nmc-horizon-report-2014-higher-education-edition/>
- [22] Arriaza, M. (2006): *Guía práctica de análisis de datos*. Sevilla: Junta de Andalucía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa

V SEMINARIO GATE

De la tiza a la tablet: **reflexiones sobre las TIC en la enseñanza**

7 junio 2018 - 09:00 h

Rectorado de la UPM. Edificio A

Información e inscripción:

<http://eventos.upm.es/go/seminariogate>

Retransmisión en directo:

<http://audiovisuales.upm.es/directo/>

Participantes:



D. José Antonio Marina Torres
Fundación Educativa Universidad de Padres



Dña. Silvia Prada Montilla
Universidad Internacional de La Rioja



D. Jordi Adell Segura
Universitat Jaume I de Castellón



Dña. Marta Reina Herrera
CTIF Madrid-Oeste



D. Oscar Cordón
Universidad de Granada

