

# LA REALIDAD AUMENTADA Y OTRAS ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS APLICADAS A LA EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA

**Daniel Antón García**

Departamento de Expresión Gráfica e Ingeniería en la Edificación.  
Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Edificación  
Universidad de Sevilla.  
danton@us.es

## Resumen

La Expresión Gráfica Arquitectónica es un área de conocimiento basada en el lenguaje gráfico orientada a la representación de detalles de elementos constructivos, de forma que el dibujo pueda ser interpretado por un profesional en el sector, con vistas a su ejecución material. Esta disciplina requiere el empleo de técnicas y sistemas de representación gráfica que definan a la perfección los sistemas que se integran en los edificios.

La Realidad Aumentada es una tecnología que hace de la visualización de modelos 3D una actividad rápida e intuitiva, por lo que resulta una herramienta idónea en el ámbito de la construcción y la edificación. Este trabajo plantea la utilización de la Realidad Aumentada y otras estrategias didácticas a fin de lograr que el alumnado adquiera las competencias necesarias para la correcta interpretación y representación de dichos elementos a través del aprendizaje crítico.

**Palabras clave:** Realidad Aumentada; estrategias didácticas; Expresión Gráfica Arquitectónica; aprendizaje crítico.

## Introducción

La Realidad Aumentada (en adelante RA) es una tecnología que permite combinar en tiempo real elementos virtuales con los del mundo real, de forma que este se complementa con información gráfica, especialmente tridimensional, de diversa índole (Azuma, 1997). A fin de diferenciar las tecnologías que emplean dichos elementos con las que integran entornos completamente virtuales, Milgram *et al.* (1994) establecen el denominado *continuo de la virtualidad* como la escala que distingue entre la realidad en sí y la realidad virtual. El grado de virtualidad que ocupa al presente proyecto se sitúa en la RA, dada su relevancia en la aplicación docente por su carácter intuitivo e inmediato, lo que a su vez genera motivación en el alumnado (Reinoso, 2012). En este sentido, la RA

resulta una herramienta ideal en el ámbito de la Expresión Gráfica en la edificación, dado que permite de forma sencilla la visualización e interacción de modelos que representan elementos constructivos.

El resto de estrategias didácticas planteadas y desarrolladas en el presente trabajo se centran en lograr que el alumnado participe y se involucre en su propio aprendizaje, lo cual es una necesidad en los tiempos actuales en los que se persigue la excelencia en el ámbito universitario.

### **Contexto de la intervención**

El presente ciclo de mejora se aplica a la asignatura de Expresión Gráfica de Tecnologías de Edificación, del Grado en Ciencia y Tecnología de Edificación. Se trata de una asignatura obligatoria de segundo curso que se imparte en el segundo cuatrimestre. Su finalidad es la adquisición de competencias por parte del alumnado para llevar a cabo la representación gráfica de detalles constructivos a través de la implementación de la técnica del croquis y la interpretación de la información gráfica y técnica de los edificios estudiados, la cual se encuentra a disposición de los estudiantes en la plataforma de enseñanza virtual. El grupo lo conforman ocho alumnos.

El aula cuenta con amplias mesas de dibujo individuales con tablero móvil y taburetes regulables en altura. Dicho mobiliario no se encuentran anclado a la solería. También se dispone de conexión Wi-Fi, tomas de corriente y un proyector de techo.

### **Principios didácticos**

Tanto a nivel académico como profesional, los estudiantes necesitan herramientas para la aplicar de forma autónoma los contenidos a tratar. El desarrollo puede lograrse, además de gracias al esfuerzo y la dedicación de los estudiantes, a través de la formulación de preguntas clave, el razonamiento colectivo, la aplicación de métodos de trabajo alternativos y las nuevas tecnologías. Con todo, es necesario evaluar la idoneidad de las ideas preconcebidas del alumnado con respecto a los contenidos para organizar una docencia centrada en el alumno. Ha de respetarse el criterio propio de cada estudiante, pero debe ser focalizado hacia dichos contenidos, dado que el objetivo de estos últimos no es otro que la adquisición de unas competencias determinadas.

Asimismo, insisto a los alumnos que mantengan su confianza en su trabajo, pero desde una perspectiva crítica, de forma que puedan comprobar continuamente el procedimiento

que siguen y que busquen argumentos y alternativas a sus decisiones para cerciorarse de su validez.

Por otra parte, cuido el ambiente durante las sesiones en el aula. La motivación y el interés (Bain, 2007) son principios didácticos esenciales para el aprendizaje. Es por ello que trato de mantener una atmósfera de trabajo y atractiva gracias a la RA, a la par de afectiva con los estudiantes, más humana. El hecho de tener una edad similar a la de los estudiantes y haber experimentado su rol en un pasado no demasiado lejano, da lugar a un acercamiento hacia ellos al empatizar y entender sus preocupaciones e inquietudes.

### Mapa de contenidos

Este mapa de contenidos recoge las capacidades que considero oportunas para el desarrollo del alumnado en el marco de la citada asignatura. Las capacidades que se muestran en la Figura 1 están relacionadas entre sí, puesto que no se conciben las unas sin las otras. La capacidad de mayor importancia y objetivo último es la expresión gráfica, dada la naturaleza de la disciplina. El alumno debe ser capaz de representar sobre el papel o en formato digital los detalles constructivos que definan el proyecto, así como las instrucciones para la correcta definición de una determinada unidad de obra en el proceso de ejecución material de la misma. Asimismo, la capacidad de visión espacial bidimensional y tridimensional son determinantes para el desarrollo de la capacidad de expresión gráfica, alejándose de la mera aplicación mecánica. También esenciales son el resto de capacidades de expresión en lenguaje oral y escrito, con un grado de pulcritud acorde a la labor profesional. Por último, los alumnos deben potenciar la actitud crítica a través de la comprobación del procedimiento de trabajo, de la búsqueda de alternativas y de la argumentación de las decisiones tomadas, a fin de evaluar opciones.

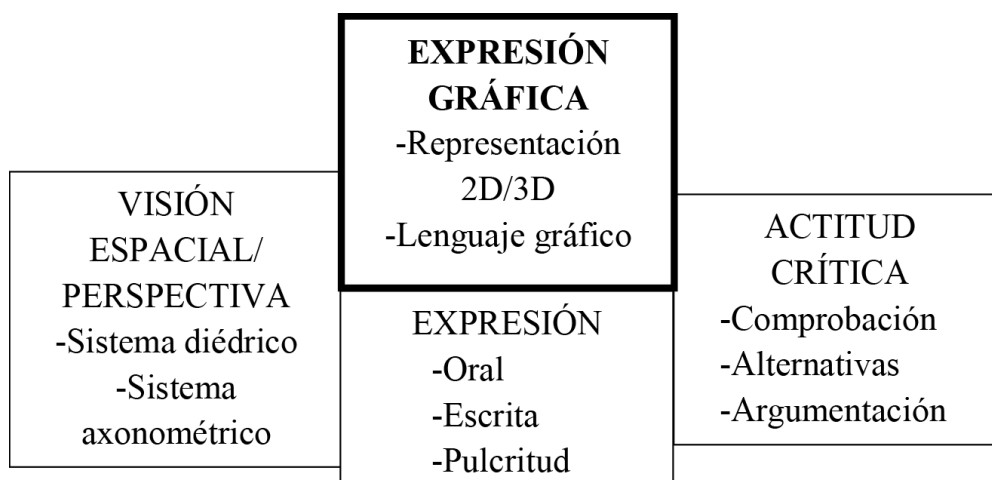


Figura 1. Mapa de contenidos: capacidades.

## Preguntas clave relacionadas con el mapa de contenidos

- ¿Cómo encuadro el croquis en el formato de dibujo?
- ¿Qué grosores de línea he de utilizar y asociados a qué elementos?
- ¿Cuáles son las vistas diédricas más representativas para el sistema constructivo?
- ¿Se corresponden las vistas diédricas o axonométricas usadas con el elemento dibujado?
- ¿Se corresponden la representación de elementos y su definición con la memoria dada?
- ¿Mejoraría el dibujo modificando el punto de vista y/o los recursos gráficos?
- ¿Se mantiene el paralelismo del trazado según los ejes del sistema axonométrico?
- ¿Están correctamente definidos los elementos constructivos?
- ¿Es posible construir el elemento con la información gráfica y literal de tu trabajo?

## Modelo metodológico

Como mejora continua, baso el modelo metodológico del presente ciclo de mejora en mi modelo inicial al inicio de mi experiencia como docente para complementarlo a continuación. Al inicio de las sesiones, los alumnos y el profesor realizamos una revisión previa o la inclusión de los contenidos a trabajar en el aula a raíz de *preguntas clave* que les planteo, las cuales generan nuevas preguntas por parte de los estudiantes hacia el profesor y entre ellos. Se busca que las preguntas sigan el método de formulación de Meyer (2016), desde lo concreto hacia lo abstracto. Primeramente se formulan preguntas acerca de los contenidos, para centrar las cuestiones en la experiencia del alumno (ideas preconcebidas) y en conceptos abstractos posteriormente.

Cuando los estudiantes responden correctamente a dichas preguntas (tanto del profesor como de otros compañeros), aplico el denominado *par esfuerzo-recompensa*, que consiste en reconocer en público su labor mediante un elogio. De esta forma, el reconocimiento provoca la participación del resto de compañeros al mismo tiempo que aumentan su confianza y autoestima. En caso de errar en la respuesta, formulo la pregunta de otra manera para que llegue a una solución válida y obtenga el mismo reconocimiento. Todos los alumnos deben participar, por lo que si existe algún caso en concreto en el que el estudiante no se involucra en la actividad, le formulo la pregunta directamente para que sienta que su esfuerzo es reconocido.

Por otra parte, a nivel global de las sesiones explico una serie de *ejemplos realistas* que desarrollan los contenidos y los conectan con la experiencia de los estudiantes, por lo que la comprensión es más directa.

Como complemento, también les proporciono procedimientos sencillos bajo el nombre de *trucos* para facilitar ciertos conceptos con los que presentan dificultades. Al emplear dicho término para un método alternativo o para simplemente desarrollar dicho contenido, se muestran más interesados por relacionarlo con la practicidad.

El avance del presente modelo metodológico, recogido en la Tabla 1, contempla la aplicación de la RA en las sesiones para generar un debate del cual se extraigan los objetivos de aprendizaje a desarrollar en la práctica del croquis. En el proceso de croquización se intercalan los ya mencionados *trucos*. Un ejemplo de la aplicación de esta tecnología (RA) se muestra en la Figura 2.

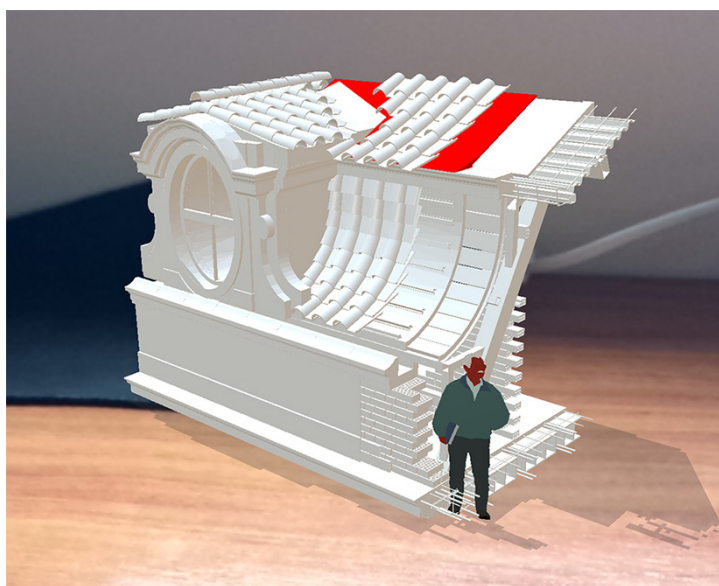


Figura 2. Visualización de un sector de cubierta abuhardillada.

### Secuencia de actividades

Siguiendo el modelo metodológico de mi docencia, se pueden distinguir las siguientes actividades y su programación general en el marco de las sesiones (8 horas):

- Sesión 1: Jueves 21/04/2016 (2h)
  - » Cerramientos – Fachadas – Particiones – Carpinterías – Instalaciones I
- Sesión 2: Jueves 28/04/2016 (2h)
  - » Cerramientos – Fachadas – Particiones – Carpinterías – Instalaciones I
- Sesión 3: Jueves 05/05/2016 (2h)
  - » Cubiertas – Bóvedas – Instalaciones II

• Sesión 4: Jueves 12/05/2016 (2h)

» Cubiertas – Bóvedas – Instalaciones II

La secuencia de actividades propuesta es el medio de desarrollo de las capacidades mostradas en el mapa de contenidos de la asignatura (Figura 1):

Actividad	Descripción de la actividad. (Tiempo)
Formulación de <i>preguntas clave</i> y aplicación del <i>par esfuerzo-recompensa</i> .	Como instrumento para la revisión previa o inclusión de contenidos en las sesiones. Los alumnos aportan dichos contenidos a raíz de esas preguntas, de forma que ellos se responsabilizan de alguna manera del desarrollo de la sesión junto con el profesor, que ejerce de guía y controla las cuestiones para abarcar los contenidos previstos. Se promueve la <i>participación y la motivación</i> de los estudiantes a través del reconocimiento en público de su esfuerzo, fortaleciendo así sus inseguridades y timidez. (10 minutos)
Exposición de <i>ejemplos realistas</i> .	Busca la comprensión directa de la materia, dado que se acerca la asignatura a la vida diaria de los estudiantes. Pueden ser expuestos verbalmente o a través de fotografías, vídeos o muestras de materiales y elementos constructivos que presento en clase para que los manipulen y tengan contacto con ellos. (Global)
Aportación de <i>material gráfico tridimensional</i>	A fin de que los estudiantes logren visualizar directamente el problema. El profesor proporciona multitud de detalles constructivos y soluciones técnicas representadas en la pizarra o mediante el modelado 3D y el dibujo vectorial en aplicaciones informáticas específicas a través de perspectivas axonómicas de forma que se van clarificando conceptos a medida que el modelo se desarrolla. El docente solicita a los alumnos la información a incluir en el dibujo, con vistas a evitar una mera explicación unidireccional. (10 min.)
Aplicación de la <i>realidad aumentada</i>	Preferiblemente en <i>grupos reducidos</i> para que los estudiantes logren visualizar directamente el problema para su correcta representación a través de <i>croquis</i> o las láminas previstas para el curso. Ellos mismos serán capaces de interactuar con el modelo 3D a través del empleo de sus dispositivos móviles. Podrán escalar el modelo, rotarlo según sus intereses y encuadrarlo en el formato en el que deseen trabajar, así como incluir posteriormente los detalles constructivos que se precisen. (15 min.)
Debate	Como desarrollo de la implementación de la RA, se pretende que los alumnos lleven a cabo un <i>debate</i> respecto a las ideas producidas a escala global de clase, bajo la supervisión del profesor, concretamente sobre la viabilidad e idoneidad de determinados sistemas de representación gráfica para los contenidos a trabajar. Deberán evaluar si los recursos gráficos de los que disponen son adecuados para la correcta representación e interpretación de la documentación gráfica por parte de terceras personas, generalmente profesionales de la construcción. Así se consigue que los alumnos expongan y defiendan sus ideas, lo que constituye un evidente clima de trabajo. (10 min.)

<i>Preguntas y exposición de objetivos de aprendizaje</i>	El profesor procederá a <i>formular preguntas</i> sobre el modelo y las conclusiones a las que lleguen los alumnos en el debate previo de los contenidos para realizar una <i>exposición de objetivos de aprendizaje</i> . (15 min.)
<i>Croquisación y exposición-desarrollo de herramientas de aprendizaje</i>	Dibujo a mano alzada por parte de los estudiantes para la adquisición de destrezas en la representación gráfica de detalles arquitectónicos, en base a la información obtenida de la documentación del proyecto, como son las memorias y la planimetría. Se realizará bajo la supervisión del docente.  <i>Exposición y desarrollo simultáneos de herramientas de aprendizaje</i> en forma de <i>trucos</i> , como métodos alternativos para lograr el acercamiento de los contenidos al alumnado. Es decir, se trata de exponer los procedimientos de realización de los problemas base de la asignatura de una manera alternativa, comprensible y fácil de recordar. (60 min.)
<b>TOTAL</b>	Considerando los retrasos al inicio de las sesiones. <b>(120 min. (2h))</b>

Tabla 1. Secuencia genérica de actividades.

En cada una de las sesiones se formulan preguntas clave como instrumento para el razonamiento y la aplicación de contenidos en cada actividad. Estas preguntas se recogen en la Tabla 2:

<b>Actividad</b>	<b>Cuestiones tipo a trabajar. (Tiempo)</b>
Formulación de <i>preguntas clave</i> y aplicación del <i>par esfuerzo-recom-pensa</i> .	¿Cómo encuadro el croquis del elemento en el formato de dibujo? Atender a las dimensiones globales y el punto de vista del dibujo. ¿Qué grosores de línea he de utilizar y asociados a qué elementos? Seleccionar el utensilio de dibujo y la dureza de la mina adecuados. Línea de trazo firme y único frente al trazado indeciso y solapado. Trayectorias de trazado a mano alzada más adecuadas para lograr rectitud y paralelismo. (10 min. x4)
Exposición de <i>ejemplos realistas</i> .	Pensad en una ventana de vuestra casa: ¿cómo va colocada la carpintería respecto al alféizar? ¿Habéis ido a visitar el edificio objeto de estudio? Comprobad in situ cómo se traban los ladrillos/bloques de una fachada. Analizad la cubierta de vuestra casa: ¿cómo es el alero? ¿Y la bocateja? Comprobad cómo se colocan las tejas en faldones de cubierta y en sus elementos singulares, como limatesas, limahoyas y cumbreras. (Global)
Aportación de <i>material gráfico tridimensional</i>	¿Cuáles son las capas que conforman la fachada con cámara de aire del edificio? ¿Cuál viene ahora? ¿Qué espesor tiene? ¿Cómo la represento? ¿Cuáles son las capas que conforman la cubierta transitable del edificio? ¿Cómo representar los solapes de la lámina impermeabilizante? (10 min. x4)



	Podéis escalar, rotar, voltear el modelo mediante vuestro dispositivo móvil o por el soporte físico que actúa como marcador.
Aplicación de la <i>realidad aumentada</i>	Una vez habéis visualizado el modelo tipo, ¿qué está en primer plano y qué se encuentra tras él? ¿Qué elemento secciono y cuál proyecto? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sesiones 1 y 2: modelos de fachada de diferentes tipologías y carpinterías–</li> <li>• Sesiones 3 y 4: se muestran modelos de cubiertas de diferentes tipologías e instalaciones– (15 min. x4)</li> </ul>
Debate	¿Qué sistema axonométrico es más adecuado para representar el detalle constructivo en base al modelo virtual que estáis viendo? Analizad qué recursos gráficos como secciones auxiliares esquemáticas y lupas de detalle serían apropiadas. ¿Definen correctamente el elemento? ¿Podría un profesional de la construcción interpretar de forma correcta los sistemas de representación y recursos gráficos que planteáis? (10 min. x4)
Preguntas y exposición de objetivos de aprendizaje	¿Cuáles son las vistas diédricas más representativas para determinado sistema constructivo? Sistema axonométrico adecuado según volumen y fisionomía del detalle constructivo a representar. ¿Se corresponden las vistas diédricas o axonométricas con el elemento a representar? (15 min. x4)
Croquización y exposición-desarrollo de herramientas de aprendizaje	¿Se corresponden la definición de términos o la caracterización de elementos con la memoria dada? ¿Mejoraría el dibujo modificando el punto de vista, los recursos gráficos o el sistema de representación? ¿Se mantiene el paralelismo en el trazado según los ejes del sistema axonométrico empleado? ¿Están correctamente definidos los elementos constructivos para que puedan ser construidos? (60 min. x4)
<b>TOTAL</b>	Considerando los retrasos al inicio de las sesiones. <b>(480 min. (8h))</b>

Tabla 2. Cuestiones tipo como desarrollo de las actividades programadas.

### Análisis de las sesiones

A través de la implantación de la RA y los modelos 3D, el alumno visualiza ejemplos basados en los contenidos comprender su funcionamiento. Estas actividades, en especial la RA, conllevan la atención plena de los estudiantes, dado el atractivo que supone para ellos la interacción con el modelo a tiempo real y de una forma intuitiva. Prueba de ello es el evidente interés que demuestran al emplear dicha tecnología en sus propios dispositivos móviles y ensayando posibilidades de aplicación en distintas superficies y con modelos diversos. Una vez aplicada es cuando se genera un clima de trabajo participativo en el que los alumnos aportan ideas para extraer las pautas a seguir para la correcta



representación gráfica del elemento. Personalmente, es reconfortante apreciar el interés, la inquietud e incluso el asombro que transmite el alumno al experimentar mediante esta tecnología. Este se apoya en la visualización directa del elemento para comprender su volumen y forma, y representarlo según el sistema apropiado.

Respecto a la aplicación del par esfuerzo-recompensa, el lenguaje corporal de los alumnos denota el refuerzo de motivación e implicación en las sesiones. Las impresiones tras esta última aplicación son haber logrado una dinámica positiva, tener un trato humano y causar motivación e interés. En cuanto al ambiente en el aula, tanto los estudiantes como yo nos sentimos más identificados, más cercanos, con mayor confianza y por tanto, menos tímidos por su parte al plantear dudas y resolverlas.

En alguna ocasión ha habido una alteración de la programación de actividades debido a la imposición desde la coordinación de la asignatura de exponer contenidos correspondientes al período posterior al presente ciclo de mejora. Este hecho ha provocado que de los 60 minutos que requiere la actividad de *croquización*, una parte fuera dedicada a la explicación de trabajos para el final del curso. Los alumnos presentan dificultades igualmente para terminar el croquis, principalmente por ser la primera vez que muchos de ellos se enfrentan al dibujo e interpretación de una memoria técnica. Esto, unido a la gran dedicación que se requiere para aprobar por curso, ha supuesto un descenso en la asistencia a esta asignatura. No obstante, la actividad se ha podido llevar a cabo en líneas generales en cuanto al dibujo y la utilización del lenguaje gráfico por los alumnos, y para que el docente emplee las herramientas de aprendizaje.

Finalmente, cabe destacar las buenas sensaciones que me genera la interacción cercana y natural con los alumnos, de edad similar a la mía, dado que disminuye la barrera estudiante-profesor, pero desde el respeto. Como profesor, soy un instrumento más para garantizar que se encuentren abiertos al aprendizaje y a la mejora continua.

### **Evaluación del aprendizaje de los estudiantes**

Los alumnos (no todos) han cumplimentado un cuestionario al inicio del ciclo de mejora y lo han repetido al final del mismo para comprobar su evolución. Debido al descenso en la asistencia, el sondeo posterior se reduce en número de alumnos. El cuestionario contempla los contenidos y técnicas a trabajar en las sesiones y consta de 10 preguntas: 1-Instrumentos de dibujo; 2-Escala; 3-Lenguaje gráfico; 4-Trazo; 5-Sistema de representación axonométrico; 6-Sistema de representación diédrico; 7-Croquis; 8-Plano;

9-Detalle constructivo; 10-Prueba de croquis. Los niveles de conocimiento de la escalera de aprendizaje aparecen en la Figura 3:

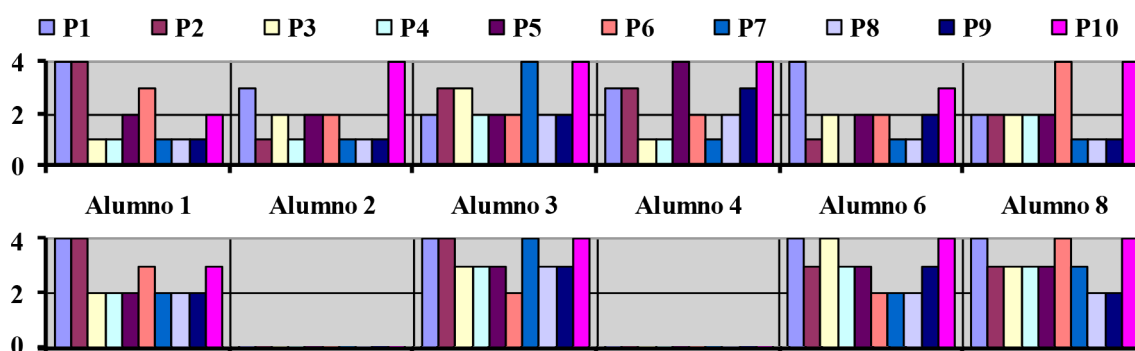


Figura 3. Escalera de aprendizaje. Cuestionario inicial (arriba) y final (abajo).

Por otra parte, como complemento a los cuestionarios anteriores, cada alumno cuenta con un bloc de croquis en el cual registra todo el trabajo que desarrolla a mano alzada a lo largo del curso. Por lo tanto, este bloc es un instrumento ideal en la evaluación de su aprendizaje, ya que contiene la evolución cualitativa de las capacidades que muestra el mapa de contenidos. Dicha evolución ha quedado patente mediante la mejora de la definición gráfica de los elementos constructivos que se exigen. También es posible valorar sus progresos a través de las láminas que deben presentar para su evaluación continua. En éstas, el salto cualitativo es de hecho significativo, partiendo de indefiniciones severas de los elementos hacia la correcta –incluso extraordinaria en determinados alumnos– representación gráfica y especificación de los mismos.

### Evaluación del diseño puesto en práctica

Una vez expuestos los resultados del ciclo de mejora, queda patente que el diseño ha de seguir en la línea de causar un incremento de la motivación, participación y compromiso del alumnado en la docencia. No obstante, esto en ocasiones entra en conflicto con la organización de la asignatura, que impone una serie de cambios en la programación en función de las necesidades del alumnado, en relación con el desarrollo de sus competencias. El hecho de ser la primera vez en la que impartí la asignatura es también digno de mención. Por consiguiente, sería apropiado que el ciclo de mejora se extendiera a prácticamente la totalidad del cuatrimestre, respetando sesiones de presentación, de exposición y de control de conocimientos.

Por lo que respecta al sistema de evaluación, en éste se podría integrar la valoración de la búsqueda de información por parte de los estudiantes en forma de modelos 3D a incluir en la actividad de RA. Así, cada alumno podría constituir su propio catálogo de elementos constructivos digitales para su visualización con esta tecnología.

## Conclusiones

La presente comunicación muestra los beneficios de la aplicación de la RA en la docencia de asignaturas de índole gráfica, en las que prima la comprensión espacial de los elementos que han de ser representados. Este hecho, unido a la necesidad imperiosa de adaptación a las nuevas tecnologías, hace que la innovación docente continúe en esta senda en aras del desarrollo académico y profesional del alumnado universitario.

Además, el incremento en la motivación y la implicación de los estudiantes es un claro indicador de que estas tecnologías interactivas y visuales, así como las demás actividades planteadas en el modelo metodológico, deben formar parte de la práctica docente habitual y que su utilización ha de ser complementada y perfeccionada para evitar su obsolescencia a corto o medio plazo. Esto puede incluir nuevas aplicaciones de RA que ofrezcan otras posibilidades a aplicar en el ámbito de la Expresión Gráfica, como también deben ser afinadas cada año las estrategias didácticas definidas, a fin de comprender contenidos más actualizados.

## Referencias

- Azuma, R. (1997). A Survey of Augmented Reality. En *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6 (4), 355-385.
- Bain, K. (2007). *Lo que hacen los mejores profesores universitarios*. Valencia: Universitat de València.
- Meyer, S. (2016). Developing Critical Thinking: Teaching Students to Ask Their Own Questions. *Teachers of English to Speakers of Other Languages: International Convention & English Language Expo 2016*. Conferencia llevada a cabo en el Congreso TESOL. Baltimore, Estados Unidos.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. En H. Das (Presidencia) *Telemanipulator and Telepresence Technologies*. Conferencia llevada a cabo en el Congreso SPIE, pp. 2351-34. Boston, Estados Unidos.
- Reinoso, R. (2012). Posibilidades de la realidad aumentada en educación. En J. Hernández, M. Pennesi, D. Sobrino & A. Vázquez (Coords). *Tendencias emergentes en educación con TIC*, pp.357-400. Barcelona: Editorial espiral.