

## Introducción a la Informática Gráfica 3D a través de un Taller de Realidad Virtual y Patrimonio Artístico

Laura Martínez  
García

Departamento de  
Ciencias Históricas y  
Geografía  
Universidad de  
Burgos  
C/ Villadiego s/n

09001 Burgos  
lmg0002@alu.ubu.es

Andrés  
Bustillo

Iglesias

Departamento de  
Ingeniería Civil

Universidad de  
Burgos  
C/Francisco de  
Vitoria s/n

09006 Burgos  
abustillo@ubu.es

José Manuel  
Sáiz Díez

Departamento de  
Ingeniería Civil

Universidad de  
Burgos  
C/Francisco de  
Vitoria s/n

09006 Burgos  
jmsaiz@ubu.es

### Resumen

Este trabajo presenta una experiencia educativa de introducción a alumnos de Educación Secundaria y primer curso del Grado de Comunicación Audiovisual en el proceso de generación de imágenes 3D por ordenador. La experiencia fue puesta en práctica durante la X Semana de la Ciencia de la Universidad de Burgos dentro del Taller “Realidad Virtual aplicada al Patrimonio Histórico”. Se pretendía que el alumno identificara las principales fases y conceptos propios del proceso de generación de imágenes 3D por ordenador. Para ello se utilizó un ejemplo práctico de herramientas de Modelado 3D a la reconstrucción de un edificio de interés Histórico-Artístico: la Cartuja de Miraflores de Burgos. Se permitía al alumno la modificación del modelo 3D, sus texturas e iluminación, así como su interacción con el modelo tridimensional en una Sala de Realidad Virtual. Las conclusiones de esta experiencia práctica se derivan del análisis de las encuestas realizadas a los alumnos participantes en la experiencia, donde se evalúan los puntos fuertes y débiles de esta metodología docente, además de la comprensión del proceso de recreación virtual por parte de los alumnos.

### Summary

This paper presents an educational experience to introduce to secondary school students and first year of Audiovisual Communication Degree student in the process of 3D computer graphics generation. The experience was implemented during the tenth Science’s Week at the University of Burgos in a Workshop called “Virtual Reality applied to historical heritage”. It was intended that students identify the main stages and concepts of the process of 3D computer graphics generation. For this purpose, a practical example of 3D modeling tools for the reconstruction of a cultural heritage building: the Church of the Charterhouse of Miraflores in Burgos. The student was allowed to work on the 3D model, shaders and lighting, as well as to interactuate with the 3D model in a Virtual Reality Room. The results of this practical experience are extracted from the surveys filled in by the students. The survey evaluates the strengths and weaknesses of this teaching methodology, in addition to the level of understanding of the students about the process of virtual recreation.

### Palabras clave

Realidad Virtual, Informática Gráfica, 3D, Educación, Patrimonio Histórico.

## 1. Introducción

La Informática Gráfica, y en especial su representación tridimensional, se ha convertido en una poderosa herramienta de ocio en nuestra sociedad. Desafortunadamente, el proceso de generación de imágenes 3D por ordenador resulta, en general, bastante desconocido para los estudiantes de enseñanzas secundarias y de muchas titulaciones universitarias, lo que limita el desarrollo de profesionales que puedan cubrir la oferta de empleo en este sector. A este desconocimiento se une la falta de desarrollo de metodologías específicas que permitan superarlo, existiendo muy pocos ejemplos de metodologías específicas para este reto tan actual [9,10]. Es importante señalar que estas experiencias se basan todas ellas en la integración del alumno en complejos entornos de trabajo 2D y 3D lo que sólo es posible si la experiencia educativa tiene una duración razonablemente extensa.

En determinadas orientaciones profesionales se está potenciando el desarrollo de metodologías docentes híbridas que incluyan herramientas tradicionales y nuevas tecnologías de modelado 3D y realidad virtual tales como la Arquitectura [7], la historia [2, 3] y la arqueología [8].

Dentro de este marco general se enmarca este trabajo cuyo objetivo principal es el de introducir a los estudiantes en el proceso de recreación virtual de un edificio histórico-artístico. Se pretende transmitir a los alumnos los conceptos fundamentales de las técnicas de modelado 3D por ordenador y de visualización 3D, además de permitirles interactuar tanto con un modelo real 3D, como con la recreación virtual final en tres dimensiones. Además, esta experiencia pretende demostrar que tal y como afirma García Ruíz [4], con esta tecnología los estudiantes "pueden aprender de manera más rápida y asimilar información de una manera más consistente que por medio del uso de herramientas de enseñanza tradicionales".

Esta experiencia educativa se ha articulado como un Taller específico dentro de la X Semana de la Ciencia, celebrada en Burgos entre el 12 y el 19 de noviembre de 2010. El objetivo de esta iniciativa es aumentar la cultura científica y el interés por la investigación desarrollada en la Universidad por parte de todos los ciudadanos, y en especial, por parte de los propios estudiantes

universitarios y alumnos de Bachillerato. El taller, denominado "Realidad Virtual aplicada al Patrimonio artístico", pretendía ser un acercamiento multidisciplinar a la aplicación de las nuevas tecnologías 3D a la difusión e interpretación del patrimonio histórico por lo que en su elaboración han participado ingenieros informáticos, comunicadores e historiadores del arte.

Para el desarrollo de este taller se disponía de una sala con estaciones de trabajo para la generación de modelos 3D por ordenador, una sala de visualización 3D semi-inmersiva y de un modelo tridimensional de la Cartuja de Miraflores de Burgos producido en trabajos anteriores [1]. El modelo 3D había sido desarrollado con el software de diseño 3D Blender [7]. El proceso de reconstrucción virtual 3D se ha desarrollado en cuatro fases diferenciadas: modelado 3D, texturizado, iluminación y postproducción. Esta metodología ya ha sido utilizada en otras recreaciones virtuales de edificios histórico-artísticos como la Catedral de Halle en Alemania [5] o la Torre de Hércules de La Coruña [6]. Una vez finalizado el modelo 3D, este se ha exportado a la sala de realidad virtual, donde se ha recreado un entorno semi-inmersivo.

En lo que resta de artículo se recoge, en primer lugar, los recursos hardware necesarios para la realización de esta experiencia práctica. Posteriormente se describe la experiencia realizada y se realiza una evaluación de la misma y de sus resultados a partir de los resultados de las encuestas cumplimentadas por los alumnos que participaron en esta experiencia. El artículo se cierra con la presentación de las conclusiones y las líneas futuras de trabajo.

## 2. Recursos disponibles

La Universidad de Burgos cuenta en la actualidad con un centro de innovación digital que tiene como objetivo fundamental la formación de profesionales en contenidos digitales. Este centro está compuesto por una sala de creación de contenidos multimedia, una sala de visualización 3D y un centro de cálculo.

En la sala de creación de contenidos multimedia se generan y publican los contenidos multimedia. Se trata de un aula de informática con

25 estaciones de trabajo equipadas con software de modelado y animación 3D.



Figura 1: Sala de creación de contenidos multimedia

El centro de cálculo está formado por una granja de renderizado y tres servidores de alto rendimiento: un servidor de almacenamiento, un servidor de streaming y un servidor web para la difusión de los contenidos en Internet.

En la sala de visualización se encuentra un sistema semi-inmersivo de realidad virtual 3D. Está formado por dos proyectores 3D, sonido de alta calidad, sistema de captura de movimiento y posicionamiento 3D y un equipo de gran capacidad de cálculo para la generación de los gráficos 3D.



Figura 2: Sala de Realidad Virtual

### 3. Descripción de la práctica

Esta experiencia práctica resulta compleja en cuanto a los objetivos a alcanzar, dada la multidisciplinariedad de los mismos. Este artículo recoge únicamente aquellos objetivos específicos de la enseñanza de Informática Gráfica, eludiendo entrar en los objetivos de aprendizaje histórico-artístico o de comunicación igualmente propuestos para este taller.

#### 3.1. Objetivos específicos

Los alumnos deben de adquirir una serie de conocimientos específicos con la realización de esta experiencia práctica. Para alcanzarlos, esta experiencia plantea los siguientes objetivos específicos:

- Comprender las diferentes fases de la Reconstrucción Virtual de edificios históricos.
- Asimilar los conceptos de modelado 3D, texturizado, iluminación y renderizado.
- Comprender la importancia de la colaboración entre diferentes áreas y departamentos para la consecución de la Reconstrucción Virtual.
- Evaluar la aceptación del uso de la Realidad Virtual como herramienta pedagógica por parte de los alumnos.
- Fomentar el interés de los alumnos en otras disciplinas a través de la informática.

#### 3.2. Destinatarios de la práctica

La práctica se ha dirigido a dos grupos de destinatarios:

1. 37 alumnos de primer curso del grado de Comunicación Audiovisual en la Universidad de Burgos. El grupo está formado por 16 hombres y 21 mujeres con edades comprendidas entre los 17 y los 28 años
2. 189 alumnos de de Bachillerato de Ciencias de diferentes institutos de Educación Secundaria Obligatoria de la provincia de Burgos. El grupo está formado por 85 hombres y 104 mujeres con edades comprendidas entre los 15 y los 21 años. De los 189 alumnos 148 se encuentran cursando 1º de Bachillerato y 46 2º de Bachillerato. Por otra parte, 148 alumnos provienen de centros de la capital de Burgos mientras que 41 proceden de localidades de la provincia de menor tamaño.

#### 3.3. Fases de la práctica

Cada taller tiene una duración aproximada de 40 minutos y en él participan entre 15 y 20 alumnos. En este periodo de tiempo se desarrollan las cuatro fases en las que se divide esta experiencia educativa (Figura 3): presentación del proyecto de reconstrucción virtual del edificio a los alumnos, ejercicio práctico tutorizado, visita interactiva a la sala de Realidad Virtual y evaluación de la experiencia por parte de los estudiantes.

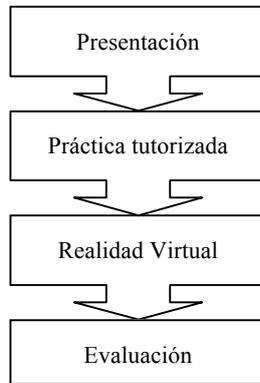


Figura 3: Fases del taller

En primer lugar, se realiza una introducción a la Reconstrucción Virtual del Patrimonio Artístico centrada en la reconstrucción virtual de la Iglesia de la Cartuja de Miraflores de Burgos, donde se explica la relación necesaria entre ingenieros informáticos, historiadores del arte y comunicadores audiovisuales para llevar a cabo esta reconstrucción.

En esta presentación se explican los conceptos básicos de modelado tridimensional, presentando como ejemplos algunos operadores de modelado 3D como extrusión, revolución, etc. Se explican las diferencias entre texturas procedurales y texturas de imagen y los diferentes tipos de luces que se pueden crear para ambientar una escena. También se define el concepto de renderizado, clave para la comprensión del proceso de reconstrucción virtual.

Una vez realizada la presentación se procede a la ejecución de una práctica tutorizada donde los alumnos pueden modificar el modelo original de la Cartuja de Miraflores aplicando las técnicas descritas en la presentación. En primer lugar, se presenta el interfaz de Blender, el movimiento por el espacio y la selección de vistas ortogonales y de perspectiva. Los alumnos deben modificar la textura de la vidriera de uno de los ventanales, aprendiendo de forma práctica como se aplica una textura de imagen a un modelo 3D, Figura 4.

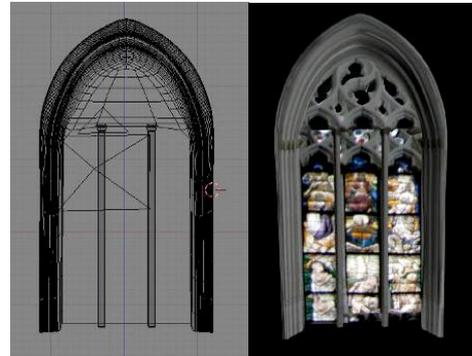


Figura 4: Imagen del ventanal con la textura

Por otra parte, los alumnos deben modificar la iluminación de un elemento del modelo 3D (facistol) variando la intensidad y el color de las luces para ambientarlo de un modo más natural, Figura 5. En ambos casos los alumnos renderizan las imágenes antes y después de modificar los parámetros para comprobar los resultados de sus cambios.

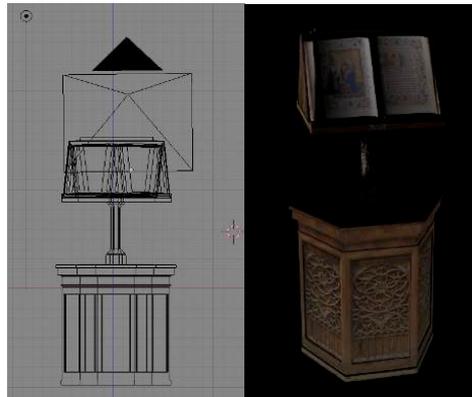


Figura 5: Imagen del facistol para la iluminación

La práctica tutorizada requiere la presencia de 2 docentes. Mientras uno explica utilizando una proyección los pasos a seguir, el otro puede resolver las dudas que les surjan a los alumnos, considerando el reducido tiempo para la realización de toda la experiencia práctica. Dado que el ritmo de adaptación al entorno 3D de los alumnos es muy variado, a los más avanzados se les da la posibilidad de moverse por las distintas capas que conforman el modelo 3D completo de la Cartuja de Miraflores.

Después de la práctica tutorizada los alumnos pasan a la sala de realidad virtual donde realizan una visita virtual inmersiva a la Cartuja de Miraflores. Primero se les explican los principales componentes que la conforman, centrándonos en el motor de movimiento y en los sistemas de captación de movimiento y visualización. A continuación se les explica el edificio desde el punto de vista artístico permitiéndoles la interacción con distintos elementos interactivos (videos, imágenes, textos, etc.) y se les presentan diferentes aplicaciones prácticas de la sala de realidad virtual como la generación de entornos virtuales industriales de simulación o juegos 3D.

La última fase de la experiencia consiste en la cumplimentación por parte de los alumnos de unas encuestas donde se valorará tanto la asimilación de los conceptos explicados durante el taller como el interés suscitado en los alumnos en la Reconstrucción Virtual.

#### 4. Evaluación de la experiencia

##### 4.1. Descripción del método de evaluación

La encuesta pretende valorar las diferentes etapas de la experiencia y los conocimientos adquiridos en cada una de las fases. Para ello la estructura es la misma que la del taller, de esta manera se analizarán también los puntos débiles y fuertes de cada una de las fases.

Está compuesta por 13 preguntas: 8 de ellas presentan 5 posibles respuestas de las cuales el alumno debe elegir 2, 4 preguntas son de tipo sí/no y una pregunta posibilita una valoración entre 1 y 10.

En primer lugar, se pregunta sobre los conceptos básicos explicados durante la presentación. Las cuestiones incluidas dentro de este grupo nos van a permitir conocer si los estudiantes han entendido para qué se realiza una reconstrucción virtual, cuales son las fuentes de información necesarias, por qué es necesario aplicar texturas sobre el modelo o para qué sirve renderizar.

En segundo lugar, se pide que valoren la dificultad del proceso de generación de imágenes 3D por ordenador y se les pregunta sobre su predisposición a realizar un modelo 3D por sí mismos.

A continuación se les pregunta por las ventajas y limitaciones que, desde su punto de vista, tiene la difusión de edificios histórico-artísticos a través de internet y de la sala de realidad virtual.

Por último, se les pregunta si han visitado y si estarían dispuestos a visitar el edificio “in situ” y si están más interesados tras el taller en el modelado 3D.

##### 4.2. Resultados

En total se han recogido 226 encuestas válidamente cumplimentadas. Las respuestas han sido normalizadas al número de encuestas válidas para su análisis y representación.

En las primeras preguntas de la encuesta los alumnos responden a los conceptos básicos explicados durante el transcurso del taller. En general, tanto los alumnos universitarios como los de bachillerato comprenden el proceso de recreación virtual asimilando los conceptos teóricos y valorando la importancia de cada una de las etapas que forman el proceso.

Cuando se les pregunta por la dificultad que creen que tiene el proceso de modelado 3D todos los alumnos consideran que es un proceso complejo. En una valoración de 1 a 10 los alumnos de Comunicación Audiovisual muestran un valor promedio de 8 frente a un valor promedio de 7 de los alumnos de Bachillerato.

Si lo analizamos desde el punto de vista del género las mujeres, estas ven el proceso de reconstrucción virtual como más complejo que los hombres con una diferencia de medio punto, Figura 6. En ambos casos la desviación estándar no resulta significativa (barras de error en la Figura 6).

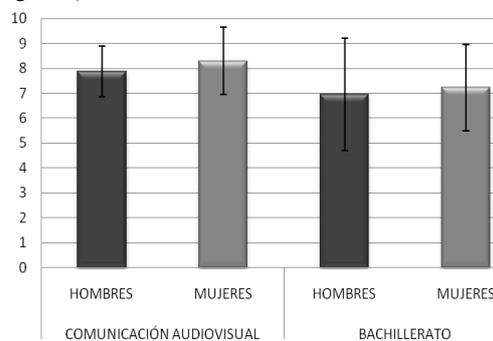


Figura 6: Dificultad del proceso de modelado

Cuando se les pregunta si estarían dispuestos a realizar un modelado 3D ellos mismos la mayoría responden que sí. Es interesante señalar que, aunque los alumnos de Comunicación Audiovisual consideran más complejo el proceso de creación de imágenes tridimensionales, están dispuestos a realizarlo en mayor medida que los alumnos de Bachillerato que lo consideraban más sencillo. Aunque en general, como se puede comprobar en la Figura 7, la mayoría de los alumnos estarían dispuestos a realizarlo.

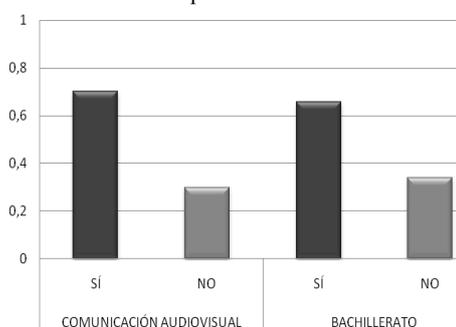


Figura 7: Predisposición de los alumnos a realizar un modelado 3D.

Cabe destacar, que dentro de la predisposición de los alumnos a realizar el modelado 3D encontramos una gran diferencia por sexos, Figura 8. Los hombres están más dispuestos que las mujeres a realizarlo cuando esta diferencia no se aprecia a la hora de valorar la dificultad del proceso de modelado por ordenador.

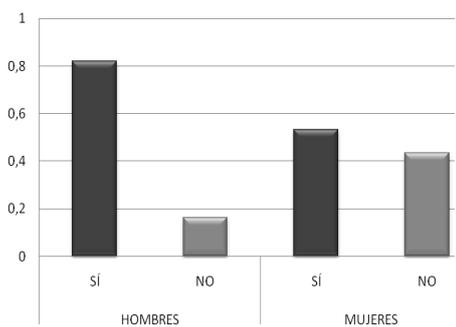


Figura 8: Predisposición de los alumnos a realizar un modelado 3D por sexo

Una vez comprobado que los alumnos han comprendido el proceso de generación de

imágenes 3D, se les pregunta por las ventajas y limitaciones que desde su punto de vista tiene la comunicación de estos elementos a través de Internet y de la Sala de Realidad Virtual. Tanto los alumnos de Bachillerato como los de Comunicación Audiovisual demuestran comprender claramente los puntos fuertes y débiles.

Todos los alumnos están más interesados después del taller en la generación de imágenes 3D por ordenador y en la Realidad Virtual, Figura 9. En cuanto al género los hombres se interesan más que las mujeres aunque la diferencia no es tan grande como la que podíamos observar en la predisposición a realizar por sí mismas el proceso de modelado 3D.

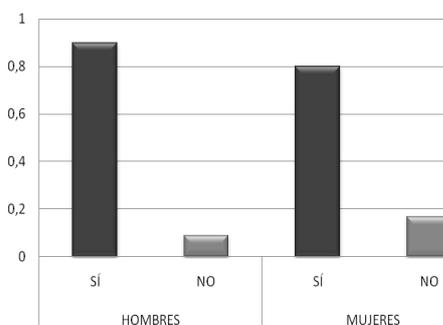


Figura 9: Interés por el modelado 3D.

En las encuestas se aprecia cómo también aumenta el interés de los alumnos en el propio edificio histórico y cómo, tras realizar el taller, se encuentran más dispuestos a visitarlo. Se puede concluir por tanto que la Informática Gráfica se puede convertir en una herramienta útil para fomentar el interés en otras disciplinas del conocimiento.

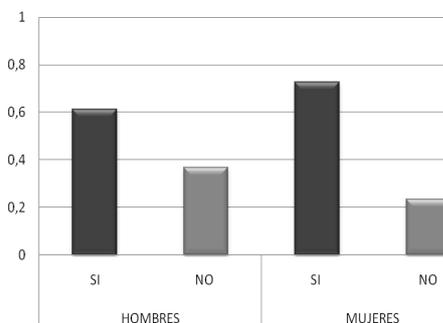


Figura 10: Interés por el monumento

Los resultados de las encuestas nos demuestran que la metodología empleada a la hora de realizar el taller ha sido efectiva. En 40 minutos los alumnos han asimilado conceptos básicos relacionados con la generación de imágenes 3D y comprenden las ventajas y limitaciones del uso de la Realidad Virtual, conceptos fundamentales tanto de la Informática Gráfica como de algunas de sus aplicaciones más prometedoras.

También han comprendido la importancia del trabajo entre los diferentes departamentos de la Universidad a la hora de realizar una investigación.

## 5. Conclusiones

Este trabajo presenta una experiencia educativa de introducción a conceptos fundamentales de la Informática Gráfica y de algunas de sus aplicaciones más prometedoras tanto de tipo industrial como en la docencia multidisciplinar. La experiencia es de una duración muy limitada, 40 minutos, y pretende mostrar como, aún en un tiempo tan limitado, la implicación práctica del alumno en la experiencia y la utilización de un ejemplo real cercano al alumno pueden permitir alcanzar objetivos complejos. Esta experiencia fue puesta en práctica durante la X Semana de la Ciencia de la Universidad de Burgos dentro del Taller "Realidad Virtual aplicada al Patrimonio Histórico". El Modelo 3D utilizado es una reconstrucción de un edificio de interés Histórico-Artístico: la Cartuja de Miraflores de Burgos.

Las conclusiones de esta experiencia práctica se derivan del análisis de las encuestas realizadas a los alumnos participantes en la experiencia, donde se evalúan los puntos fuertes y débiles de esta metodología docente, además de la comprensión del proceso de recreación virtual por parte de los alumnos. Se puede concluir que la metodología empleada a la hora de realizar el taller ha sido efectiva en la comprensión de conceptos y en el análisis de ventajas e inconvenientes de la utilización tanto del modelado 3D como de la Realidad Virtual. Además, la experiencia aumenta el interés de los alumnos en el mundo de la Informática Gráfica y de la Realidad Virtual.

Entre las líneas futuras que esta experiencia plantea se encuentra generar metodologías

similares para alumnos de otras titulaciones universitarias que pudieran encontrar interés en el Modelado y la Animación 3D, dos grandes nichos de empleo en los próximos años en España. Además, se pretende repetir la experiencia a través de un taller de mayor duración en el que el alumno pueda aplicar técnicas avanzadas de Modelado 3D y que introduzca también conceptos y técnicas básicas de Animación por computador.

## Agradecimientos

Esta investigación ha sido parcialmente financiada por el Programa de Español "Impulso de la Industria de Contenidos Digitales desde las Universidades" del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio y el "Aula para La Creación y Difusión de Contenidos Multimedia" de la Universidad de Burgos.

## Referencias

- [1] Bustillo, A., Martínez, L., Alaguero, M., Iglesias, L. S., "The Church of the Charterhouse of Miraflores in Burgos: Virtual reconstruction of an artistic imaginary", *Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, pp: 425-428, Granada 2010
- [2] De Paolis L.T., Aloisio G., Celentano M.G., Oliva L., Vecchio P., "A Game-Based 3D Simulation of Otranto in the Middle Ages", *Proceedings of the 3rd International Conference on Advances in Computer-Human Interactions*, pp:130-133, Saint Maarten 2010
- [3] Di Blas N., Poggi C., "Investigating entertainment and learning in a multi-user 3D virtual environment", *Human-Computer Interaction Symposium. International Federation for Information Processing*, vol: 272, pp: 175-188, Milano 2008
- [4] García Ruiz, M. A., "Panorama General de las Aplicaciones de la Realidad Virtual en la Educación". *Revista Educación 2001*, nº 43, pp:37-40, 1998
- [5] König S., "Realización de la Catedral", *Blender Art Magazine* N°6, pp: 25-27, 2006, [www.blenderart.org](http://www.blenderart.org)

- [6] Noya, R., Otero, A., Goy, A., Flores, J., “The Tower of Hercules: A walk through time and space”, *Abstracts of the XXXVIII Conference on Computer Applications and Quantitative Methods in Archaeology*, pp: 409-412, Granada 2010
- [7] Roussou M., Drettakis G., Tsingos N., Reche A., Gallo E., “A user-centered approach on combining realism and interactivity in virtual environments”, *Proceedings of the Virtual Reality Annual International Symposium*, pp: 251-252, Chicago 2004
- [8] Styliadis, A. D., Konstantinidou, D. G., Tyxola, K. A., “eCAD system design - Applications in architecture”, *International Journal Of Computers Communications & Control* , vol: 3, pp: 204-214, 2008
- [9] Van Langeveld M., Kessler R., “Digital Visualization Tools Improve Teaching 3D Character Modeling”, *Proceedings of the 41st Acm Technical Symposium on Computer Science Education*, pp: 82-86, New York 2010
- [10] Wang J., Tian F., Seah H.S., “Sketch-up in the Virtual World”, *Proceedings of the 2008 International Conference On Cyberworlds*, pp: 109-116, Hanzhou 2008