**MAQUETAS VIRTUALES COMO RECURSO EDUCATIVO**

**1. Maquetas virtuales: definición, tipos y recursos didácticos**

Se conoce como maquetas virtuales a los modelados en tres dimensiones realizados por ordenador en base a un software específico: AutoCAD, Revit, 3D Studio Max, Maya, SketchUp, etc. Una maqueta virtual permite documentar en tres dimensiones un modelo que se quiere representar, guardando relación con las magnitudes reales. Dicho modelo puede ser desde un coche o un prototipo a un edificio residencial. Actualmente también se están empleando para la reconstrucción de patrimonio perdido. Una de las características definitorias de una maqueta virtual es el grado de detalle de la información aportada, que puede ir desde terminaciones de carácter básico o conceptual a resultados fotorrealistas. Resulta difícil determinar en qué momento se empiezan a utilizar, puesto que su uso no es generalizado y muchos arquitectos y escenógrafos siguen prefiriendo las maquetas físicas para esbozar sus ideas, o bien trabajan con ambas de forma paralela, pero su nacimiento y desarrollo se vincula muy estrechamente al desarrollo que, durante la última década, han experimentado los programas de tipo CAD.

Existen muchas tipologías de maquetas virtuales: de divulgación, didáctica, métrica, restauración... A escalas inferiores (reproducciones); a la misma escala (sustitución de piezas); de puntos; de caras; con geometría simplificada o real; fotorrealista; texturizada; fotografía 360°; *pan view*; realidad aumentada… (Herrero, 2014: 191). Recientemente se han desarrollado aplicaciones informáticas mediante las cuales se puede vivir dentro de una maqueta virtual, es el caso de *Second Life* o juegos como los *Sims.*

|  |
| --- |
|  |
| **Fig.1.**Calmet y Estela (2016), “Fotografía de *La sombra de Federico*. Imagen renderizada, boceto escenográfico en 3Ds Max – vista lateral”, en Calmet y Estela, *Escenografía II. Diseño de escenografía e iluminación con tecnología digital. AutoCAD.3Ds Max. Photoshop. Wysiwyg*, Buenos Aires, Ediciones de la flor, p.16. |

A continuación se nombran las técnicas más divulgadas para la creación de maquetas virtuales:

* **Técnica de fotogrametría estereoscópica:** consiste en sustituir los ojos por dos fotografías del objeto que se desea documentar, que deben de estar separadas a una distancia determinada (base). Luego las fotografías se introducen en un restituidor (aparato óptico mecánico u ordenador), que permite la visión simultánea del par de fotos y, por tanto, del objeto de nuestra documentación en 3D (Herrero Marcos, 2014: 193). Esta técnica permite obtener resultados de altísima precisión geométrica, resultando ser, al final, un calco en 3D del modelo a representar.
* **Rectificación fotográfica**: transforma las vistas diédricas de una fotografía en un modelo en perspectiva.
* **Modelado digital:** se realiza empleando softwares específicos que reconstruyen el modelo según se va esculpiendo pixel a pixel.[[1]](#footnote-1)
* **Tallado digital**: algunos de los procesos de CAD/CAM, como los que usan láser o fresadoras, son sustractivos, lo que significa que eliminan material de un bloque para dejar los elementos relevantes. En cambio, otros procesos son aditivos e implican la acumulación de material. Un ejemplo de esto último sería una maqueta creada topográficamente. Las fases por las que pasaría una maqueta de este tipo serían las siguientes:

1º. Producción de un diseño en CAD.

2º. Construcción de una maqueta digital en 3D.

3º. Realización de una maqueta física a partir de toda la información digital que procesa una máquina de prototipado rápido.

4º. Limpieza de la maqueta con un aerógrafo para retirar el polvo. Protección con un aerosol (Dunn, 2010).

**2. Aproximación pedagógica**

**2.1. Aportaciones didácticas de escenógrafos representativos**

Existen multitud de tratados, diccionarios y manuales que definen y acotan el término “escenográfico”, pero el campo de estudio se reduce considerablemente cuando intentamos hablar de un método didáctico para la creación de escenografías. ¿Cómo se diseña una escenografía?, ¿qué puntos o pasos se deben seguir para construir un espacio? Y, más complicado aún, ¿cómo se puede enseñar a hacerlo? Para encontrar respuesta a estas preguntas resulta imprescindible recurrir a las fuentes primarias del tema, que no son otras que los propios escenógrafos. En sus entrevistas y escritos, cuando los hacen, se localiza una importante fuente de información que aporta valiosos sistemas para abordar el diseño de una escenografía desde el ámbito pedagógico. Al analizar escritos y reflexiones de escenógrafos, casi todos ellos docentes en algún momento de sus carreras, se ha podido recopilar las metodologías que aportan al proceso de realización de una escenografía. Muchos de estos pedagogos y artistas citan la maqueta como recurso imprescindible, aunque la entienden de manera diversa.

Por ejemplo, el escenógrafo brasileño José Carlos Serroni afirma que siempre emplea las maquetas para pensar el espacio escénico, considerándola la herramienta más útil en el proceso de definición de una escenografía (Davis, 2002: 106).

Francisco Nieva (2000) en su *Tratado de Escenografía* recoge una serie de indicaciones para facilitar la labor de sus alumnos. Apunta que un proyecto de escenografía debe contar con una planta a escala del escenario, la distribución de los distintos elementos del decorado y una escena en perspectiva de cada escena, recomendando la escala 1:20 para los dibujos a color. Con respecto a las maquetas, señala que son “un complemento obligado del proyecto gráfico” (Nieva, 2000: 140), ya que, según él, nada es más convincente que una maqueta.

El escenógrafo húngaro Ralph Koltai recomienda trabajar de manera tridimensional, intentando sacar el máximo provecho a los incidentes que ocurren cuando se coloca algún elemento en la maqueta, como cuando se cae algo al suelo o se rompe: “tenía que crear una sala de máquinas y quise hacer un decorado con engranajes, un poco como la película de *Tiempos Modernos* de Chaplin. Fui a un desguace de automóviles y compré una caja de cambios para desmontarla. Esos engranajes no me sirvieron para construir el decorado, pero cuando tuve las dos mitades de la caja en mis manos supe que la escala 1:25 era el punto de partida de mi sala” (Davis, 2002: 28).

El profesor y escenógrafo Juan Ruesga, que también emplea las maquetas como un recurrente recurso de plasmación espacial, construye su método de trabajo apoyándose en la teoría de que la perspectiva y los ejes cartesianos, los cuales permiten el análisis y la síntesis espacial, limitando la creación escenográfica a los siguientes epígrafes:

1. La escenografía incorpora toda la tecnología a su disposición.
2. El hombre es la proporción.
3. El espectáculo se desarrolla en las tres dimensiones.
4. El espectáculo como resultado de una partitura escénica, en la cual cada elemento es solista y parte de la orquesta.
5. La escenografía es una máquina de actuar que los actores utilizan.
6. La iluminación como elemento expresivo que completa todo lo anterior (Ruesga, 2008: 15).

Ming Cho Lee, profesor de la Escuela de Teatro de Yale desde 1969, considera los dibujos como una pérdida de tiempo y propone como método empezar realizando una pequeña maqueta a escala 1:8, que después consolida a escala 1:4 (Davis, 2002: 40-49).

Pamela Howard, profesora emérita de la *University of the Arts* de Londres, apunta que un buen escenógrafo debe empezar abocetando una planificación escénica, para lo cual debe construir una maqueta sencilla, y explica que, a diferencia de las maquetas de los arquitectos, que suelen ser elegantes y pulcras, las de un escenógrafo deben reproducir la realidad existente en la sala, con obstáculos y espacio deteriorados. Howard recomienda a sus alumnos partir de una maqueta portátil a escala reducida de 1:100, la cual que permita el desplazamiento y la resolución de problemas espaciales, para trasladarla después a una escala más convencional como la 1:25 (Howard, 2017: 35-37).

Con respecto a los métodos para empezar a realizar una escenografía, el profesor de escenografía Günther Scheiner-Siemessen propugna que la mejor manera para empezar a trabajar y desarrollar una escenografía que reproduzca un mensaje, es indagar sobre qué trata la obra, averiguar su metáfora (Davis, 2002: 16-25). Es decir, que no resulta tan prioritario dónde transcurre el argumento, o si la puerta de entrada al escenario está a la izquierda o a la derecha, pues la obra no trata de una puerta. Trata de alguien que sale a escena, por lo tanto, son los conceptos de ella y de la metáfora en sí de lo que debe preocuparse el escenógrafo. Todo ello va de la mano junto con la observación plena del desarrollo, la inquietud de aprehender el proceso de trabajo de todo el equipo teatral y de vivir con él. No se puede perfilar una propuesta de escenario para un espectáculo de ópera, por ejemplo, sin observar la coreografía o los movimientos del coro en los ensayos. En este sentido Scheiner-Siemessen establece una serie de pautas muy útiles para que el alumnado comprenda la labor del escenógrafo:

|  |
| --- |
| 1º El escenario debe ser entendido como espacio cósmico. |
| 2º Debe dominar todos los aspectos del diseño escénico. |
| 3º No debe aniquilar el texto de la obra. |
| 4º No debe ser infiel al director. |
| 5º Debe estar al servicio de la obra. |
| 6º Debe ser capaz de interpretar la música visualmente. |
| 7º Debe ser capaz de lidiar con el utillaje técnico del escenario, incluyendo la iluminación y los efectos especiales. |
| 8º Debe evitar conflictos materiales, como gastar más presupuesto del establecido al inicio. |
| 9º Debe lograr que lo universal y lo cósmico sean visibles para el público. |
| 10º Para el escenógrafo, el público, los actores, los cantantes y los bailarines deben ser la medida de todos sus esfuerzos (Davis, 2002: p.21). |

Por último, la escenógrafa francesa María Björnson refuerza estas teorías cuando afirma que “en la escenografía se trata de descubrir cuáles son los problemas haciendo las preguntas correctas. No se trata de buscar los elementos visuales, se trata de buscar las preguntas que den las respuestas correctas; a partir de allí se avanza hacia lo visual” (Davis, 2002: 92). Además propone un método de trabajo de análisis escenográfico, dividiendo columnas a las que les otorga los siguientes títulos: “Descripción del decorado”, “Estación”, “Momento del día”, “Sonido”, “Entradas y agrupamientos”, “Destalles de vestuario”, “Comentarios” y “Cosas pendientes” (Davis, 2002: 95).

**2.2. Maquetas virtuales y su proceso de aprendizaje**

Tras un primer acercamiento al estado de la cuestión, se confirma la ausencia de investigaciones que desarrollen didácticamente la construcción de una maqueta virtual al tiempo que se aproxima al alumnado al campo escenográfico. Puesto que el enfoque que se pretende con esta investigación es de carácter didáctico, se ha optado por recuperar mediante una tabla aquellas aportaciones que relacionan el uso de los sistemas CAD con las maquetas digitales y la enseñanza del dibujo, para después concluir con un análisis comparativo de ventajas e inconvenientes de estas prácticas que se recogen al final del apartado siguiente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Autor** | **Aportación** |
| 1. **José Manuel Sánchez (1996)** | Revisión de las didácticas del Dibujo Técnico mediante el ordenador.  En su propuesta de intervención se inclina por seleccionar el programa AutoCAD para experimentar con los niveles de Bachillerato, ya que es el programa de diseño asistido por ordenador de mayor difusión.  “Es obvio que el lenguaje visual ha de actualizar su caligrafía para no perder capacidad de comunicación. Esto lo conseguiremos gracias a las técnicas del dibujo asistido” (Sánchez, 1996: 9). |
| 1. **Rubén Darío Morelli (2009)** | Desarrolla estrategias didácticas orientadas a la interpretación de planos que dibuja el software CAD, carece de una referencia concreta a las maquetas virtuales. |
| 1. **Juan Beltrán (2010)** | Reflexión sobre distintas técnicas educativas que, con ayuda de las 3D, facilitan la comprensión del sistema diédrico. Realiza un estudio basado en diferentes muestras y llega a la conclusión de que las ayudas 3D mejoran notablemente si las explicaciones se realizan en el espacio real y tangible. |
| 1. **Willmer La Cruz y Eli Casariego (2007)** | Afirman que estamos en una etapa en la que la enseñanza del Dibujo Técnico con escuadras y lápiz ha caducado. Recomiendan AutoCAD como herramienta para simular el objeto dibujado con grandes ventajas, que debido a su arquitectura abierta permite crear menús personalizados. Los comandos y procesos de AutoCAD son fáciles de asimilar y sus menús ofrecen gran comodidad de aprendizaje y manejo (La Cruz, 2007: 39). |
| 1. **Wolfgang Knoll (2007)** | Considera que las maquetas complementan a los dibujos. Al referirse a los cursillos de arquitectura impartidos por el autor, este comenta que “el estudiante aprende, además de las técnicas y los materiales, a traducir los dibujos a un modelo tridimensional y a entender a la maqueta como un instrumento de diseño en el que pueden analizarse y estudiarse los volúmenes como objetos plásticos y controlar el efecto que producen los espacios proyectados” (Knoll, 2007: 10). |
| 1. **Francisco Díaz (2013)** | Apunta las características de los programas CAD que pueden influir en el proceso creativo:   * La naturaleza gráfica del estímulo: los alumnos muestran una mayor preferencia por los estímulos gráficos. * Amigabilidad: permiten que el alumnado se involucre de forma placentera en la solución del problema a resolver. * Facilidad de uso: espacialmente AutoCAD 3D es muy intuitivo y fácil de usar (Díaz, 2013: 26). |

**Fig. 2.**Esquema sobre el uso de los sistemas CAD en la enseñanza del dibujo.

**2.3. Resultados de proyectos pedagógicos con maquetas virtuales**

Se puede afirmar que la educación pretende formar a la persona en todos los aspectos de su desarrollo para facilitarle una mejor calidad de vida. Desde esta perspectiva, crear una maqueta resulta un fantástico ejercicio para el desarrollo de las competencias del alumno. Por el momento, la legislación educativa española no hace referencia a las maquetas virtuales como un elemento del currículum oficial, pero sí que insiste reiteradamente en el desarrollo de los recursos tecnológicos del alumnado.

Los beneficios del modelado virtual en 3D tienen un gran valor didáctico para el desarrollo de prácticas de innovación, ya que, a través de ellas, el estudiante recibe una formación técnica y entretenida al mismo tiempo. Así lo corroboran propuestas didácticas como las siguientes:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Título del proyecto** | **Descripción** | **Centro** | **Perfil del alumnado** | **Fuente** |
| **Representaciones fotorrealistas** | Representaciones en 3D de un modelo tridimensional de “la vivienda de mis sueños”. Definición de luces y asignación de materiales. | Colegio San Francisco de Paula (Sevilla). | 1º Bachillerato. | https://tecnosanfran.wikispaces.com/AutoCAD |
| **Análisis de los resultados obtenidos** | Los alumnos son capaces de crear escenas virtuales de modo satisfactorio. | | | |
| **Estructuras del mundo** | Diseños en 3D realizados por el alumnado con Tinkercad.[[2]](#footnote-2) | IES Leonardo Da Vinci (Madrid). | Alumnado de 3º de la ESO. Asignatura de Tecnología. | http://www.iesleonardodavinci.es/index.php/es/proyectos-mas-relevantes/educacion-para-el-siglo-xxi-informatica-y-comunicacion/diseno-e-impresion-3D |
| **Análisis de los resultados obtenidos** | El proyecto consiguió el segundo premio en prueba de Diseño e Impresión 3D. Resultados muy satisfactorios y espectaculares. | | | |
| **Proyecto Maqueta Virtual** | Empleando los softwares Sweet Home 3D y Blender 3D los alumnos han realizado un Sony Vegas. | Colegio Milagros de Dios (Perú). | Alumnado de secundaria. | https://www.youtube.com/watch?v=8D6XcFCoNto |
| **Análisis de los resultados obtenidos** | No se especifican en la documentación localizada. | | | |
| **Maquetas digitales de coches en 3D** | Los alumnos realizan maquetas digitales de coches en 3D y las terminan fabricando para competir con ellos. | Fundación Académica Apprentsd´Auteuil (Francia). | Alumnado de secundaria. Asignatura de Tecnología. | https://ada3Ds.com/blog-noticias-interes/3-ejemplos-exito-tecnologias-3D-educacion/ |
| **Análisis de los resultados obtenidos** | Alto grado de implicación y acercamiento a las fases de ejecución de un proyecto: diseño en maqueta digital en 3D, fabricación y estrategias de marketing. | | | |
| **LEGO® como herramienta de introducción a la enseñanza del**  **3D** | Los alumnos de Diseño Industrial de la Universidad de Chile construyen modelos digitalmente en 3D utilizando piezas de LEGO en software como 3D Studio Max y Rhinoceros. | Universidad de Chile. | Alumnado universitario de 1º curso. | http://papers.cumincad.org/data/works/att/sigradi2012\_218.content.pdf |
| **Análisis de los resultados obtenidos** | Creatividad y alto nivel de implicación. Resultado muy satisfactorio. Se recomienda como recurso utilizar el LEGO para introducir el modelado 3D en programas más complejos como Rhinoceros o 3D Studio Max. | | | |
| **Base 11** | Base 11 (Fundación que ayuda a ingenieros con escasos recursos económicos) junto a la Universidad de California llevan a término un proyecto común para transformar la educación empleando avanzadas técnicas de diseño en 3D para que sus estudiantes diseñen sus ideas creativas. | Universidad de California. | Alumnado universitario de 1º. | https://youtu.be/81hB5YfvUmg |
| **Análisis de los resultados obtenidos** | Alto grado de satisfacción entre el alumnado. Que desarrollan un producto partiendo de un diseño en 3D hasta llegar a realizar la patente del mismo. | | | |

**Fig. 3.** Esquema de propuestas didácticas que emplean el modelado 3D.

Sin embargo este artículo tiene como principal referente pedagógico la experiencia y resultados de los proyectos de maquetas virtuales desarrollados en el contexto de la asignatura anual Diseño Asistido por Ordenador: Photoshop, AutoCAD y Renders 3D, impartida desde el año 2014, por la autora del presente estudio, en la Especialidad de Escenografía de la Escuela Superior de Arte Dramático de Sevilla. En el Anexo a este artículo se muestran los ejemplos de las maquetas realizadas por el alumnado de la asignatura.

El perfil del alumnado que ha cursado esta asignatura se corresponde con un nivel universitario, a la par que las prácticas abordadas precisan de un nivel de especialización previo que requieren de conocimientos avanzados de AutoCAD y 3D Studio Max. La experiencia en la didáctica de las maquetas en tres dimensiones permite analizar los resultados positivos y negativos de estos años de docencia, así como extrapolar los resultados en un enfoque más básico que permita la consecución de prácticas similares, enfocadas, por ejemplo, a iniciar al alumnado de Bachillerato en el modelado tridimensional. En este sentido, se analizan en las siguientes tablas las prácticas docentes enfocadas a la construcción de maquetas en 3D y los resultados positivos y negativos sobre el alumnado y el profesorado.

|  |  |
| --- | --- |
| **Desde la perspectiva del estudiante** | |
| **Aspectos positivos** | **Aspectos negativos** |
| * Mejora de la capacidad espacial. | * El alumnado puede caer en el efectismo. |
| * Trabajo de las escalas de representación. El alumnado aprende a pasar de una escala de detalles a visiones generales de contexto. | * El alumnado puede terminar obviando las prácticas reales y perder la conexión con la realidad. |
| * Potencian la competencia artística cultural. | * Sobrevaloración de este recurso. |
| * Despiertan la curiosidad. | * Precio de las licencias. |
| * Aumento de la motivación. | * Necesidad de ordenadores potentes para dar cobertura a este tipo de lenguajes. Los alumnos con menos medios se ven más limitados. |
| * Permiten comprobaciones directas. | * Pocas horas lectivas para profundizar en la materia. |
| * Desarrollo de las habilidades de coordinación motoras y el desarrollo cerebral. |  |
| * Recurso que se brinda a la exploración sensorial y visual. |  |
| * Hacer una maqueta virtual supone dedicar largos periodos de concentración, desarrollando en el alumno la paciencia y los procesos de trabajo organizados. |  |
| * Se reducen los tiempos de ejecución de una maqueta convencional. |  |
| * El dominio de la representación virtual repercute directamente en el rendimiento académico general del alumnado matriculado. |  |

**Fig. 4.** Gráfica de elaboración propia sobre los aspectos positivos y negativos que las prácticas pedagógicas basadas en la construcción de maquetas 3D tienen sobre el alumnado.

|  |  |
| --- | --- |
| **Desde la perspectiva del docente** | |
| **Aspectos positivos** | **Aspectos negativos** |
| * Permiten desarrollar estrategias que favorecen el aprendizaje: visual, auditivo y sensorial. | * Demanda mayor preparación y actualización del profesorado. |
| * Ayudan a enfocar la atención y concentración del alumno. | * Reclaman un planteamiento pedagógico más completo con un acompañamiento en el tiempo. |
| * Capacidad de romper con los roles preestablecidos sobre el alumnado más capaz. | * El aprendizaje de una maqueta virtual precisa de diferentes tiempos de aprendizaje, lo que requiere en muchas ocasiones de una adaptación de contenidos individualizados. |
| * Al mejorar la visión del conjunto, facilitan las correcciones del profesor. |  |
| * Este tipo de actividad permite simular situaciones reales. |  |
| * El dominio de los recursos virtuales es altamente extrapolable a otras asignaturas y trabajos como proyectos de Prácticas de Escenografía o Iluminación (ambas asignaturas de la Especialidad de Escenografía). Por lo tanto, se observa mejora en los resultados de aprendizaje en otras asignaturas. |  |

**Fig. 5.** Gráfica de elaboración propia sobre los aspectos positivos y negativos que las prácticas pedagógicas basadas en la construcción de maquetas 3D tienen sobre el docente.

Se comprueba, por tanto, que las ventajas superan a las desventajas. Es más, muchos alumnos que presentan grandes dificultades para la concentración intelectual en otras materias, pueden sorprender con altas capacidades para aprender haciendo y desarrollar sus propias ideas, más aún cuando se trata de un proyecto implementado con recursos tecnológicos. Resultando reveladores las habilidades e imaginación de un adolescente cuando se diseñan para ellos cauces que verdaderamente desarrollen su creatividad.

La revisión bibliográfica realizada en este artículo, confirma que los recursos educativos que desarrollan técnicas para realizar maquetas virtuales adaptadas al ámbito escenográfico son prácticamente inexistentes, a pesar de tratarse de vías de enseñanza que pueden revolucionar la manera de enseñar arte o diseño. Tal vez esto sea debido a que resulta difícil encontrar profesorado que tenga formación en ambos sectores.

En este sentido, tras el acercamiento a los diferentes ámbitos que se presentan en este artículo, se evidencia que en la actualidad no se cuenta con ningún estudio consumado en el ámbito didáctico sobre la elaboración de espacios escenográficos empleando las tres dimensiones en entornos digitales. Ciertamente es posible encontrar proyectos que enseñan a construir maquetas virtuales o diseños en tres dimensiones, pero no se han hallado investigaciones enfocadas a la elaboración de un escenario escenográfico empleando AutoCAD 3D.[[3]](#footnote-3) Por ello, sería interesante continuar la línea metodológica iniciada en esta aportación, para desarrollar prácticas centradas en el aprendizaje a través de proyectos que acerquen al alumnado a los entornos virtuales mediante prácticas aplicadas

|  |  |
| --- | --- |
| ANEXO | Ejemplos de maquetas virtuales escenográficas[[4]](#footnote-4) |
| Descripción: Descripción: Sin título-1 copiaDescripción: Descripción: chimenea y atrezo (2)-Model  Autora: Ana Arcas (2010). | |
| Descripción: Descripción: ESTACIÓN TARGET  Descripción: Descripción: VRAYLIGHT CALIDO  Autor: Juan Heras (ca. 2014) | |
| Descripción: Descripción: escenografiamovida  Autora: Yanira Muñoz (ca. 2016) | |
| Autora: Belén Harnak (ca. 2014) | |
| perspectiva all - copia  Autora: Kassandra Romero (2018) | |
| render3  render5  Autora: María Bueno (2018) | |
| Autora: Lorena Cabrera (2018) | |

**BIBLIOGRAFÍA**

BELTRÁN, J. (2010), “Sistema diédrico. Técnicas educativas con ayudas 3D en el espacio real, y su simulación en el espacio virtual” (*Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 36, pp. 151-170), en https://recyt.fecyt.es/index.php/pixel/article/viewFile/61342/37355 (01/07/2018, 14:00).

CALMET, H., y M. ESTELA (2016), *Escenografía II. Diseño de escenografía e iluminación con tecnología digital. AutoCAD.3Ds Max. Photoshop. Wysiwyg*, Buenos Aires, Ediciones de la flor.

DAVIS, T. (2002), *Escenógrafos*, Barcelona, Océano, col. Artes escénicas.

DÍAZ UCEDA, F. (2013), *Uso de las herramientas de diseño CAD en el área de Tecnología en centros de Secundaria de Jaén* (Trabajo fin de máster), Jaén, UNIR.

DUNN, N. (2010), *Maquetas de arquitectura: medios, tipo, aplicación*, Barcelona, Blume.

HERRERO MARCOS, J. (2014), *Modelos y maquetas: la vida a escala*, Madrid, Ministerio de Educación, Cultura y Deportes, Secretaría General Técnica, Subdirección General de Documentación y Publicaciones.

HOWARD, P. (2017), *¿Qué es la escenografía?,* Barcelona, Alba.

KNOLL, W. y HECHINGER, M. (2005)*, Maquetas de arquitectura: técnicas y construcción,* Barcelona, Gustavo Gili.

MORELLI, R. D. (2009),"Prototipos rápidos y reflexión crítica como herramientas para enseñar el diseño cad 3D-2d. Rosario” (Universidad Nacional de Rosario), en http://www.fceia.unr.edu.ar/fceia/2jexpinnov/trabajos/MorelliRuben.pdf (19/03/2018, 12:00).

NIEVA, F. (2000), *Tratado de escenografía,* Madrid, Fundamentos.

LA CRUZ, W. y E. CASARIEGO (2007), “Las herramientas tecnológicas en la enseñanza del diseño industrial” (*Telemátique,* 002, pp. 33-44), en https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2961796 (1/03/2018, 11:00).

RUESGA, J. (2008), *Escenografías* (Catálogo Exposición: del 7 al 30 de mayo de 2008, Sala de Exposiciones, Convento de Santa Inés), Sevilla, Junta de Andalucía, Consejería de Cultura.

SÁNCHEZ BAUTISTA, J. M. (1996), *El ordenador en la didáctica del Dibujo Técnico* (Tesis Doctoral), Universidad Politécnica, Valencia.

1. Por ejemplo, el programa ZBrush está especializado en el modelado digital, empleando pinceles personalizables para texturizar y pintar con arcilla virtual. Brinda todas las herramientas necesarias para esbozar rápidamente un concepto en 2D o 3D y puede crear renderizados realistas con iluminación y efectos atmosféricos. (Véase: http://pixologic.com/features/gallery.php). [↑](#footnote-ref-1)
2. Software gratuito *online* creado por la empresa Autodesk. [↑](#footnote-ref-2)
3. Con respecto al software elegido, se hace necesario apuntar como limitación el precio de las licencias, no obstante, se puede solventar empleando versiones de estudiantes con una duración de dos años, que Autodesk pone a disposición de la comunidad educativa, o emplear otros programas alternativos de licencia libre como: FreeCAD, BRL-CAD o QCAD. [↑](#footnote-ref-3)
4. Ejemplos realizados en la asignatura Diseño Asistido por Ordenador: Photoshop, AutoCAD y Renders 3D*,* impartida en Especialidad de Escenografía de la Escuela Superior de Arte Dramático de Sevilla. [↑](#footnote-ref-4)