



**LA OBSERVACIÓN Y PERCEPCIÓN DEL ENTORNO Y MODELOS EN EL ESPACIO
A TRAVÉS DE APLICACIONES PRÁCTICAS
CON SISTEMAS DE IMPRESIÓN EN LA EDUCACIÓN ARTÍSTICA.**

**Observation and perception of environment and models in the space
Practical applications through printing systems in arts education.**

Miguel Ángel Roque López, Roxana Valverde Ponce

Universidad de Castilla-La Mancha

Miguelangel.roque@uclm.es, Roxana.valverde@uclm.es

Resumen:

La impresión tridimensional permite a través de un modelo tridimensional generado por ordenador, crear un objeto físico, que puede ser analizado y estudiado por el alumnado para mejorar su percepción del espacio. La construcción de estos objetos o figuras, se realiza a través de varias tecnologías denominadas de prototipado rápido, entre las más destacadas encontramos la estereolitografía, sintetización láser, fotopolimerización, deposición de hilo fundido y proyección aglutinante. La proyección aglutinante o sistema DSPC, es el sistema que ofrece actualmente mayores ventajas, convirtiéndose en el propulsor del concepto de impresión tridimensional o 3DP. El sistema DSPC permite imprimir una figura mediante la construcción por capas de material en polvo que se adhiere por medio de un aglutinante. Este tipo de impresión, admite además diversos modelos en alta resolución, color, dureza y elasticidad.

La incorporación de sistemas de impresión tridimensional en la metodología docente, permite que el alumnado aprecie mediante la observación sistemática, las similitudes y discrepancias entre una imagen creada por ordenador y su representación física. Esta estrategia metodológica, relaciona distintos espacios como el virtual y el espacio físico; además fomenta el uso de los nuevos medios instrumentales y permite apreciar mediante demostraciones prácticas los conceptos necesarios para entender el espacio donde nos relacionamos.

La puesta en práctica del proceso de impresión tridimensional de un modelo generado por ordenador, muestra al espectador cómo se desenvuelve este modelo en un entorno determinado, y por lo tanto, este entorno se convierte en la primera fuente de estudio para continuar con la extrapolación de los conceptos a nociones más amplias, por lo tanto,

observaremos el funcionamiento de los objetos en espacios virtuales y cómo son trasladados a una tercera dimensión real, esto supone una interacción que perfecciona el sentido visual innato no evolucionado, y por lo tanto se convierte en una herramienta de comunicación que apoya la labor del docente.

Palabras clave: espacio, impresión tridimensional, modelos virtuales, educación

Abstract:

Three-dimensional printing allows for the creation of a physical object through a three-dimensional computer generated model, which can be analyzed and studied by students to improve their perception of space. The construction of these objects or figures is performed through technology called rapid prototyping, among the most prominent being stereolithography, laser synthesis, curing, fused wire deposition and projection binding. The projection binding, or DSPC system, is the system that currently offers more advantages, becoming the engine of the concept of three-dimensional printing or 3DP. The DSPC system allows for the printing of a figure through the construction of layers of powder material which adheres by means of a binder. This type of printing also supports various models at high resolution, color, hardness and elasticity. Incorporating three-dimensional printing systems in teaching methodology allows students to appreciate, through systematic observation, the similarities and differences between an image created by a computer and the same image in physical space. This methodological strategy connects different spaces such as the virtual and the real; promotes the use of new instrumental media and the appreciation of concepts needed to understand the space in which we interact by means of displays.

The implementation of the process of printing three dimensional model generated in a computer, shows the viewer how this model is developed in a given environment, and therefore, this environment becomes the first source of study to continue with the extrapolation of the concepts to wider notions, therefore, the operation of objects in virtual spaces and how they are taken to a third dimension is observed. What is involved is an interaction which perfects the undeveloped innate visual sense, and therefore is a communication tool to support the work of teachers.

Keywords: Space, three-dimensional printing, virtual models, education





Desarrollo

Aplicar procedimientos prácticos en la enseñanza que permitan observar el comportamiento de un modelo tridimensional en el entorno virtual del ordenador y posteriormente su representación real empleando una impresora tridimensional, proporciona dentro del contexto educativo una experiencia que mejora el proceso de enseñanza-aprendizaje espacial. Este procedimiento llevado a cabo por herramientas tecnológicas como las impresoras 3D dentro de una metodología práctica que muestra visualmente las características de un modelo permite al observador relacionar conceptos en base a las características formales del modelo, mejora la percepción de los espacios e implica una fuente de apoyo instrumental en la labor docente.

Sistemas de impresión tridimensional. Funcionamiento y características

Los sistemas denominados de prototipado rápido son un grupo de herramientas que permiten crear modelos o figuras a partir de una representación tridimensional generada por ordenador, los parámetros establecidos virtualmente en la representación, son reconocidos por estas máquinas para construir físicamente el modelo. Dependiendo de los mecanismos y el material empleado, encontramos diversas tecnologías similares, entre las más destacadas: la estereolitografía, sintetización láser, fotopolimerización, deposición de hilo fundido y proyección aglutinante.

Actualmente la proyección aglutinante o sistema DSPC, permite imprimir tridimensionalmente con gran precisión y detalle, convirtiéndose en la tecnología precursora del concepto denominado impresión tridimensional o 3DP, esto se debe a la utilización de tintas que dotan de color a la figura. Este sistema de fabricación aditiva, destaca de otros sistemas de prototipado rápido por permitir en algunos modelos de impresora tridimensional; estructuras complejas, alta resolución, gamas cromáticas, combinación de durezas, utilización de elastómeros y la omisión de sustentos o soportes en la construcción.

Los sistemas de proyección aglutinante, están basados en la construcción por capas de material en polvo que se adhiere por medio de un aglutinante. El compuesto de material en polvo se coloca en bateas o carros; a través de un boquilla se desprenden pequeñas gotas de aglutinante, normalmente de resina o cola con o sin pigmento, moviéndose en el plano X-Y, estos cabezales o boquillas se mueven así por cada capa de material en polvo sobre la que se imprimen los datos de las secciones transversales, lo que se denomina técnica de chorro de tinta, formando capas de espesor definido en el eje Z. Terminada una capa, se crea una nueva cuando la



plataforma desciende gracias al pistón de construcción, seguidamente un rodillo extiende y apelmaza el polvo para que se mantenga uniforme en cada capa y así sucesivamente hasta crear la pieza. Los modelos o figuras formados, deben ser limpiados del polvo sobrante que se acumula a su alrededor, actualmente las nuevas máquinas, llevan incorporadas un sistema de absorción y reciclaje. Por otro lado, podemos obtener distintos acabados según los materiales que vayamos a utilizar. Los materiales más comunes que se emplean para el compuesto en polvo con el cual se crea la figura, tienen una base de escayola y menor proporción de otros materiales como la resina, también es común utilizar celulosas o arenas cerámicas, pero todos estos materiales suelen ser higroscópicos, requiriendo tratamientos superficiales una vez finalizado el modelo, normalmente a base de infiltraciones de cianocrilato o epoxis.



Imagen cedida por ZSI. Modelos en color creados por impresoras 3D ZCorp.

El tiempo de procesado depende de la altura de las piezas que se imprimen, normalmente a una velocidad de 25cm-50cm por hora con una media de 4 horas cada modelo. El tamaño de la cubeta de impresión limita las dimensiones del modelo. La resolución y el acabado dependen del modelo de 3DP que utilicemos; una medida estimada del grosor de las capas oscila entre los 0,089-0,020 mm.

Las impresoras tridimensionales como recuso docente. El espacio como fuente de trabajo.

La utilización de las impresoras tridimensionales ha estado limitada a determinados sectores con gran poder adquisitivo debido al precio elevado de la maquinaria. Este problema cada vez es menos relevante gracias a la reducción de costes, lo que ha permitido una gran expansión de esta tecnología en numerosos campos, suscitando cada vez más interés para emplear esta herramienta. Uno de los campos donde más se expande la tecnología 3DP es la



educación convirtiéndose en vehículos para poner en práctica conceptos teóricos en demostraciones aplicadas.

El concepto de espacio o entorno dentro del contexto personal, es importante para el desarrollo cognitivo y entenderlo mejora nuestra capacidad para utilizar espacios virtuales al tiempo que nos ayuda a mejorar nuestra capacitación tecnológica. Como ya hemos comentado, los programas e impresoras que trabajan de forma tridimensional contribuyen a este desarrollo al facilitar la comprensión del espacio virtual ayudándonos a establecer relaciones entre los modelos tridimensionales y su representación física.

Desarrollo de modelos 3D para su impresión por medio de herramientas de software libre

Proponemos para el desarrollo de los modelos tridimensionales la utilización de un software libre como Blender. Las razones para utilizar Blender son múltiples pero entre ellas destacan dos. La primera consiste en que al tratarse de un software libre y por tanto gratuito y su utilización no tendrá repercusión económica sobre el centro docente siendo únicamente necesario acceder a su web oficial¹ y descargar² la última versión disponible. La segunda razón fundamental para utilizar Blender consiste en que se trata de un software que facilita todas las herramientas necesarias para el desarrollo completo de un modelo tridimensional imprimible.

El proceso de impresión 3D de modelos docentes desde Blender

Para imprimir un modelo tridimensional desde Blender es necesario exportarlo en un formato compatible con las impresoras 3D. Para ello nos valdremos del formato de exportación STL disponible en Blender. Una vez realizado este proceso de exportación solamente será necesario importar el modelo en el software de impresión suministrado con nuestra impresora 3D y realizar la impresión. No obstante, este proceso aparentemente sencillo puede llegar a resultar complejo si no se tienen en cuenta algunos factores³.

Consideraciones a tener en cuenta a la hora de exportar un modelo en 3D

Aunque Blender genera un fichero STL que es válido según la especificación del formato del fichero, debemos tener en cuenta algunas condiciones que deben cumplirse para que la impresión física de nuestro modelo tridimensional sea satisfactoria.

¹ La web oficial de Blender es <http://www.blender.org/>

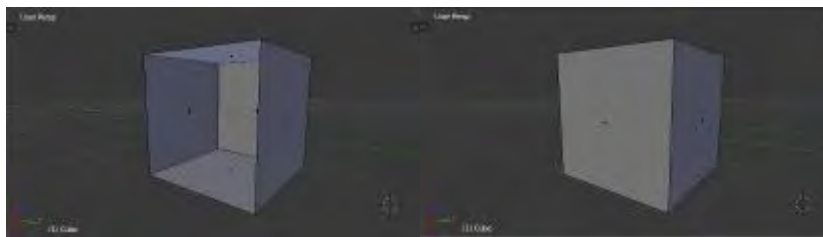
² Puedes consultar y descargar todas las versiones de Blender, en este enlace <http://download.blender.org/release/>

³ Iniciación a Blender 2.61 IDECA Classroom



Corrección de errores de modelado

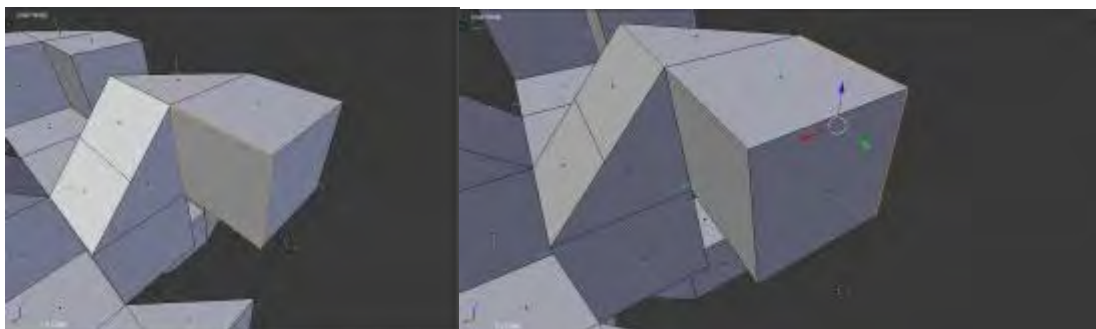
El error más frecuente a la hora de realizar un modelo 3D con el objetivo de realizar una impresión del mismo es la creación de mallas poligonales abiertas. Un modelo que se desea imprimir puede estar formado por varios objetos pero todos y cada uno de ellos deben ser polígonos completamente cerrados y por tanto no debe ser posible ver la cara interior de ninguno de sus polígonos. En las imágenes siguientes puede verse como el segundo objeto se encuentra abierto y por tanto no es un modelo susceptible de ser impreso. En caso de encontrarnos en una situación como la anterior, la solución más eficaz consiste en añadir una cara poligonal extra a nuestro modelo que rellene el espacio vacío.



Izquierda: Modelo tridimensional abierto que generará errores durante la impresión.
Derecha: Mismo objeto correctamente construido

Comprobación de las Normales del modelo

Cada polígono de un objeto tridimensional tiene dos caras, una exterior y otra interior, las normales son un indicador que identifica cual es el lado exterior de un polígono diferenciándolo del interior. Esto es sumamente importante en la impresión debido a que las impresoras 3D imprimen el contorno del modelo siguiendo la cara exterior de los polígonos. El problema surge cuando al manipular un modelo invertimos la normal de un polígono, haciendo de esta forma que el lado interno de un polígono quede en el exterior de un modelo. Esto provoca que se vuelvan invisibles para una impresora 3D haciendo inviable la impresión del modelo.



Izquierda: Modelo con una cara poligonal con las normales invertidas.
Derecha: Modelo con las normales correctamente alineadas.





Para que el proceso de impresión se realice correctamente, es necesario comprobar que todas las normales del modelo apunten hacia el exterior. Una vez realizado este proceso será suficiente con comprobar visualmente que todas las caras de nuestro polígono tengan las normales apuntado hacia el exterior.

En caso de comprobar que no todas las caras apunten hacia el exterior, podemos pedirle a Blender que recalculé todas las normales automáticamente o hacerlo manualmente.



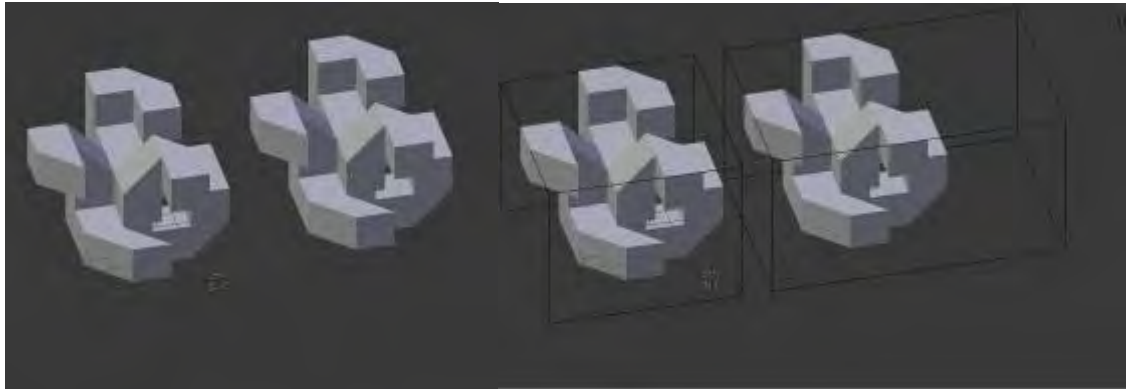
Izquierda: Corrección automática de Normales. Derecha: Corrección manual

Comprobar la compactación del modelo

Antes de comenzar con el proceso de impresión de un modelo, también resulta recomendable comprobar que el modelo es compacto y no hay partes dispersas del mismo. Para comprobar este punto podemos utilizar una herramienta de Blender conocida como representación de caja limite o Display Bounds. La caja de representación, consiste en un cubo virtual sin representación en el modelo final que cubre nuestro modelo desde su coordenada mínima hasta su máxima en todos los ejes espaciales.

Aunque como podemos ver en las imágenes siguientes parece que tenemos dos copias del mismo objeto, si activamos la proyección de la caja limite del objeto podemos comprobar que el modelo de la derecha no se ha construido correctamente y por lo tanto su área limite es mayor de lo necesario. Este error daría como resultado que el tamaño máximo de impresión del modelo fuese inferior debido a que el software de impresión utiliza las medidas de la caja limite como medidas de seguridad para imprimir el modelo.





Izquierda: Dos modelos aparentemente similares. Derecha: Al activar Display Bounds podemos comprobar que el modelo de la derecha está mal construido.

Finalmente, deberemos elegir la escala de nuestro modelo. Uno de los problemas habituales a la hora de trabajar con varios entornos de desarrollo 3D es que cada uno emplea diferentes unidades de medida. Esto se traduce en que las impresoras 3D necesitan saber a qué equivale cada unidad de medida de nuestro modelo. Debemos controlar el tamaño en unidades de dibujo de nuestro objeto para, posteriormente, indicar a la impresora 3D a qué espacio físico equivale cada unidad del espacio 3D.

Antes de mandar el objeto a imprimir hay que tener en cuenta la fragilidad de ciertas partes del modelo. Los detalles con un grosor menor que la especificación de grosor mínimo de la impresora que sobresalgan del modelo es posible que sufran daños en el proceso de infiltración y secado. Si se va a encargar la impresión a una empresa externa, es recomendable consultar previamente.

Una vez comprobados todos estos elementos el modelo estará en disposición de exportarse con garantías en formato STL para su posterior impresión.

Conclusiones

La inclusión de las tecnologías de la información y la comunicación en las aulas a través de proyectos como la escuela 2.0, no se ha limitado a la incorporación dentro de la metodología docente de ordenadores en el aula. Gracias a los sistemas de prototipado rápido, podemos desarrollar dentro del ámbito docente excelentes prácticas que nos permitan potenciar las habilidades cognitivas y espaciales de nuestros alumnos al tiempo que trabajamos simultáneamente sus competencias digitales. Esto nos permite establecer un valor diferenciador en nuestra práctica docente que repercute en una mejora de la calidad de la enseñanza.





La construcción de un modelo tridimensional a través de un programa informático de diseño asistido por ordenador, es una tarea sencilla si se emplean soluciones de software libre como Blender y se tienen en cuenta factores como la compactación del modelo o la dirección de las normales que eviten la caída en problemas derivados de la técnica. Por su parte, el propio proceso de impresión nos permite mejorar áreas del conocimiento como la relación espacial al ayudarnos a establecer relaciones naturales directas entre los modelos virtuales y su representación física. En la actualidad el sistema 3DP que ofrece mejores resultados es el denominado de proyección de aglutinante o sistema DSPC, debido a su simplicidad, prestaciones, herramientas y acabados.

Referencias bibliográficas

- Font, Jordi. (2007). *Impacto Tecnológico del CAD en la docencia de la expresión gráfica en la Ingeniería. Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Barcelona*. Barcelona
- Gijón Cardós, I.Gonzalez Morcillo, C. (2006) *Tecnologías Libres para Síntesis de Imagen Digital Tridimensional*. Lulu, S.a
- Mueller, T. IEEE. (1995). *Prototipaje basado en estereolitografía: Casos de aplicación en el desarrollo de productos. Aplicación Técnica y Talleres. Conferencia*. Portland:Oregón
- Roque López, M.A. (2009) *Sistemas de interacción 3D en tiempo real*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha
- Tejado Sebastian, José M.(2005). *Escaneado en 3D y prototipado de piezas arqueológicas: Las Nuevas Tecnologías en el registro, conservación y difusión del patrimonio arqueológico. Tesis*. La Rioja: Universidad de la Rioja.
- Valverde, R. (2009) *Impresoras 3D: Marco teórico, modelos de desarrollo y campos de aplicación*. Cuenca: Universidad de Castilla-La Mancha
- Bender. Recuperado 16 febrero 2012, desde: <http://www.blender.org/>
- Roque, M.A, Otal, R. *Iniciación a Blender 2.61*, IDECAClassroom, Recuperado 02 febrero 2012, desde <http://ideca.bellasartes.uclm.es/moodle/course/view.php?id=8>
- ZSI. Impresoras y scanner de ZCorp en España. Recuperado 5 de febrero, desde <http://www.zsi.com.es/>

