
LA IMPRESIÓN 3D, EN LA FORMACIÓN PROFESIONAL DE LOS DISEÑADORES GRÁFICOS.



RAPID PROTOTYPING, AS PART OF THE
PROFESSIONAL TRAINING OF GRAPHIC DESIGNERS

Autores:

Mtro. Benjamín Dueñas Zambrano

Coordinador de la licenciatura en diseño gráfico BUAP
benduezam@yahoo.com.mx

Mtra. Tania Celina Cibrián Llanderal

Docente de la licenciatura en diseño gráfico BUAP
tcibrian@yahoo.com

RESUMEN

Desde los años 80 se empezó a desarrollar la tecnología de impresión tridimensional, que promovería el impulso de nuevas categorías dentro de la formación de profesionales que, tuvieran el conocimiento y respondieran, cabalmente, a dar solución a necesidades emergentes. La evolución e interés de estas nuevas tecnologías ofrece un espectro amplio en las posibilidades de las aplicaciones y usos de los objetos impresos. Aunque cabe mencionar que su creciente uso trae consigo ciertos retos y consecuencias económico - sociales.

En el mes de enero de 2016 la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), adquirió tres equipos de impresión 3D con la intención de capacitar a los estudiantes, tanto en el manejo de los equipos, como en la capacidad de

diseñar y proponer medios pertinentes para resolver problemáticas dentro del contexto universitario y social, al que pertenecen.

Parece obvia, la aportación del uso de estos equipos al programa educativo favoreciendo la concepción de diseño de objetos tridimensionales usados en área específicas como son: Señalética, Envase, Industrial, Gráfica objetual, Innovación y talento emprendedor, Historieta, entre otras. Sin embargo, es evidente la falta de estrategias y métodos que permita incluir las tecnologías de prototipado rápido a la dinámica de las distintas asignaturas.

Distintas instituciones nacionales e internacionales ya han insertado estos equipos al trabajo particular de su disciplina con resultados positivos, sin embargo, no se localizan ejemplos relacionados al Diseño Gráfico.

PALABRAS CLAVE

Impresión 3D, Impresión Aditiva, Prototipado Rápido, Educación, formación profesional y Diseño Gráfico

SUMMARY

In the 80's, the three-dimensional printing technology began to develop, this boost a bunch of new categories for training professionals, who have the knowledge and respond, in full, to provide solutions to emerging needs. The evolution and interest of these new technologies offers a wide spectrum of possibilities for applications and uses of printed objects. Although it is noteworthy that their increasing use brings certain challenges and social-economic consequences.

In January 2016, the Faculty of Architecture of the Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP), acquired three 3D printing equipments with the purpose to train students, in equipments management, and in the ability to design and propose, appropriate means, to solve problems within the context social and University medium that they belong.

It seems obvious, that the contribution in the use of this equipment in to the Faculty's educational program will promote the conception of three-dimensional design objects used in specific area such as: Signage, Packaging, Industrial, Designed objects, Innovation and Entrepreneurial talent, Comic, among others. However, it is clear the lack of strategies and methods that will enable the inclusion of rapid prototyping technologies in to the dynamics of those different subjects.

Different, both national and international institutions have already inserted these equipments in the discipline's particular work with positive results, however, no examples related to Graphic Design are located.

KEYWORDS

3d Printing, Additive printing, Rapid Prototyping, Education, Professional training and Graphic design.

DESARROLLO DEL ESTADO DEL ARTE

El presente ensayo, tiene como objetivo analizar el estado del arte del uso de las tecnologías de prototipado rápido como herramienta, en el proceso educativo de formación de estudiantes universitarios, para establecer los argumentos que evidencien su relevancia, actualidad y pertinencia como problema de investigación.

En las últimas décadas se ha mantenido una tendencia en el avance tecnológico y su subsecuente aplicación en las actividades cotidianas del ser humano; dichos avances tecnológicos han beneficiado numerosas áreas de la labor humana y han tenido un impacto directo de tipo cultural y económico.

Dentro de las tecnologías emergentes que más progreso han reportado, son las tecnologías de fabricación aditiva o impresión 3D, cuya versatilidad de integración con distintas áreas del conocimiento humano, le ha conferido un estatus de oportunidad para el impulso de una creciente cantidad de proyectos que ven, en este tipo de tecnologías, la oportunidad de implementarse. Para Jeremy Rifkin (2011),

“ La integración de las tecnologías de fabricación aditiva, forma parte de uno de los cinco pilares esenciales sobre los cuales depende el sostenimiento de los que él llama: “la tercera revolución industrial”.

Desde el año 1987 a 1997 la impresión 3D, como tecnología emergente, mantuvo un crecimiento acelerado del 58% anual, como lo reporta el experto Terry Wholers,

especialista en fabricación aditiva, quien estima que el mercado de la impresión 3D debería alcanzar 3,700 millones de dólares en 2015, y más de 6, 000,000 en 2019; porcentaje y cantidad que sigue aumentando año con año. Del mismo modo Bin Maidin (2011), menciona que la industria de las impresoras 3D alcanzó un aumento comparativo, entre los años 2012 y 2013, de un 43%, y ha seguido en aumento exponencial. La principal ventaja de la manufactura aditiva, es resultado de dos aspectos esenciales; primero, esta tecnología ofrece una libertad geométrica de creación, y segunda, la capacidad de manejar múltiples materiales. La manufactura aditiva, se emplea típicamente para un volumen de producción bajo, y para aplicaciones en piezas que geométricamente son complejas para realizar por procedimientos convencionales. La manufactura aditiva, no está pensada para sustituir todos los métodos de reproducción en serie. De hecho, los métodos de manufactura tradicionales ofrecen un rango más amplio de posibilidades en el uso de materiales, mejores propiedades mecánicas de los mismos y un mejor acabado de las superficies.

A partir del surgimiento de estas tecnologías, sus características han sostenido una optimización constante, mejorando materiales, optimizando tiempo y reduciendo costos, lo que ha permitido su comercialización, principalmente en países europeos y Estados Unidos. En América Latina, particularmente en México, las referencias sobre el uso y manejo de estos equipos han empezado a tener un auge paulatino.

Después de las consideraciones anteriores, el mercado de la impresión 3D abre nuevas posibilidades para la generación de opciones de emprendimiento,



...primero, esta tecnología ofrece una libertad geométrica de creación, y segunda, la capacidad de manejar múltiples materiales.

investigación multidisciplinaria y especialización en capacitación técnica; por lo tanto, las competencias en el conocimiento y dominio de esta tecnología es una necesidad que se hace cada vez más patente.

La revista Forbes, así como el reporte del Foro Económico Mundial 2016, que se llevó a cabo en Davos, Suiza, identifica una tendencia en el descenso mundial en la fabricación desde la industria corporativa, en oposición al aumento de la fabricación particular o independiente, basado en las tecnologías de impresión 3D. Al mismo tiempo identifica una serie de tendencias económico-laborales al 2020, que conllevan el desarrollo de habilidades para adaptarse a estas nuevas tendencias; haciendo evidente el papel que estas tecnologías, jugarán como elementos del desarrollo económico futuro.

Es así como la evolución de estas tecnologías ha propiciado la creciente necesidad de tener una capacitación profesional que abarque las características estéticas, prácticas

y funcionales, que se requieren para la impresión de objetos y piezas que, muchas veces por su complejidad, no pueden ser realizadas con las técnicas convencionales de producción.

En La FABUAP (Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla), se concretó la adquisición de 2 equipos de impresión aditiva, con el objetivo de ofrecer a los estudiantes de Arquitectura, Diseño Gráfico y Diseño Urbano, una herramienta de alta calidad que les va a permitir obtener piezas prototipo a escala de sus maquetas, dummies y planos. Debido a lo anterior, son necesarios los planes y estrategias para hacer asequible el conocimiento teórico y los detalles técnicos del manejo de los equipos, como fase previa al desarrollo de sus proyectos, dentro de la capacitación profesional que tendrán para iniciar su adaptación al contexto y tendencias del futuro próximo.

DESARROLLO Y EVOLUCIÓN DE LA IMPRESIÓN 3D

El término “prototipado rápido” (Rapid Prototyping), como lo señala Scott D. Greenhalgh, es un término global para referirse a una variedad de procedimientos de manufactura derivados de la información provista por un modelo digital tridimensional. En el “prototipado rápido” están incluidas varias metodologías separadas por producción, técnica y proceso. Los más comunes son: manufactura por capas, estereolitografía, sintetizado laser, deposición fundida y control numérico computacional (CNC). Estos métodos están divididos a su vez en dos subcategorías: procesos aditivos y proceso sustractivos.

La tecnología de impresión tridimensional se fundamenta en la llamada impresión aditiva, cuyo método de trabajo consiste en agregar un material (de distintos tipos, como: poliamidas, plástico, porcelana, metal, concreto, comestibles y materiales orgánicos), para la creación o para el desarrollo de un objeto funcional y/u ornamental.

En la industria, tres han sido las técnicas principales que se emplean en la fabricación de objetos de “prototipado rápido”: la sustracción paulatina de material (para formar la pieza final por esculpido, talla, fresado y perforación); deformar la materia para darle la forma deseada, y la creación de un objeto a través de la impresión “capa por capa”. La fabricación de un objeto puede combinar estos procedimientos, lo que exige la utilización de numerosas herramientas y ejemplos de diferentes materiales. La impresión 3D funciona de modo completamente distinto: la pieza se crea en un solo paso, “capa por capa” a un ritmo medio de unos 2 centímetros de altura, por hora (Berchon, 2016).

La impresión 3D, inició hace 25 años pero se ha mantenido circunscrita a un ambiente meramente industrial. Muchos han sido los investigadores que han aportado al desarrollo de esta tecnología, pero la aportación de Chuck Hull fue decisiva, pues es el primer especialista en “prototipado rápido” que habla sobre el proceso de stereolithography (estereolitografía), sistema que consiste en la fabricación de capas sucesivas a partir de un material sensible a los rayos ultravioletas.

Posteriormente, surgen otros sistemas que toman como base el mismo principio de impresión, denominado también como: “Impresión Aditiva”, pero experimentando con distintos tipos de propiedades mecánicas de los materiales, como: flexibilidad, transparencia, dureza, maleabilidad, etcétera; dentro de estos materiales se encuentran: cera, porcelana, polvo, metales, materiales orgánicos, cemento, hormigón, resina, poliamidas y otros.

El proceso de impresión 3D se puede dividir en cuatro fases principalmente:

1-El diseño del objeto a reproducir a nivel de sketch o boceto.

2-Interpretación del boceto a un programa de manejo tridimensional cómo puede ser: Sketchup, Solidworks, Rihno, Cinema 4D, Zbrush y otros.

LA EDUCACIÓN Y SU RELACIÓN CON LAS TECNOLOGÍAS DE “PROTOTIPADO RÁPIDO”

3-Posteriormente, la fabricación de la pieza, en la cual se debe de tomar en cuenta el tipo de material que se elegirá, y la máquina con la que se cuenta para realizar dicha fabricación, ya que esto influirá en las características del archivo, el proceso de armado del prototipo virtual y el objeto fabricado, resultante.

4-Finalmente, una fase de postproducción dando el acabado final a la pieza para eliminar imperfecciones derivadas del mismo proceso de armado o hasta su preparación para una posterior reproducción en serie de la misma.

En la actualidad, estos procesos se siguen optimizando y desarrollando, pues aún se encuentran en la etapa de sistematización. Una de las empresas que han consolidado su participación dentro del terreno de la impresión tridimensional, es la corporación 3D Systems, empresa fundada en 1986 con la patente del “prototipado rápido”, el proceso que utilizaban fue la estereolitografía. A esta empresa también se la adjudica la creación de los formatos de los archivos para impresión en 3D, como es el .stl o también denominado Standar Tessellation Language (Lenguaje Estándar de Teselado). Posteriormente, surgen el Modelado por Deposición Fundente o, también llamada, FDM patentado por la empresa Stratasys. Muchos son los ámbitos en los que actualmente se ha encontrado utilidad a ésta tecnología (Alarte Garvía, 2014).

Los procesos educativos de enseñanza aprendizaje, han sufrido cambios a través del tiempo, de acuerdo a diversos factores como son: el momento histórico, el contexto sociocultural y los cambios tecnológicos, estos últimos, también han influenciado las transformaciones y la manera de interacción de los actores involucrados en este proceso. Con la aparición de las redes de telecomunicaciones, el internet y ahora la impresión tridimensional, la imagen de los espacios educativos se van redefiniendo.

La imagen más reproducida de la universidad tradicional es la de los campus, con grandes edificios, sus clasificaciones por disciplinas, sus departamentos, sus bibliotecas, sus laboratorios, sus jerarquías administrativas, sus trámites, etc. Pero que, como la mayoría de los paradigmas, está entrando en un proceso de crisis y evolución. (Sánchez Bermejo, 2011)

Para algunos autores, los procesos educativos mantienen cierto apego a fórmulas de trabajo aceptadas, pero al mismo tiempo, buscan un lugar al lado de las nuevas oportunidades que brindan las tecnologías emergentes. Por ejemplo, Sánchez Bermejo (2011), se refiere a la educación y sus procesos como ritos heredados de una época en la que la conectividad no existía y la información y el conocimiento estaba concentrado en ciertos grupos de personas que las transmitían.

Además, son necesarios considerar los cambios generacionales, con la llegada de la llamada Generación Net, y su inserción a una etapa de educación superior. Esta generación se caracteriza por sus hábitos para

APROXIMACIONES EDUCATIVAS QUE HACEN USO DEL “PROTOTIPADO RÁPIDO”

adquirir el conocimiento, apegados a una forma de pensar íntimamente ligada al uso de la tecnología.

La Generación Net, prefieren la adquisición de conocimiento por experiencia, aprendiendo al “hacer” y, establece, un gran énfasis en el aprendizaje autónomo.

Watkins (2013), señala que, los estudiantes de la Generación Net, prefieren la adquisición de conocimiento por experiencia, aprendiendo al “hacer” y, establece, un gran énfasis en el aprendizaje autónomo. Los estudiantes prefieren aprender individualmente o colaborativa mente con sus compañeros, al contrario del formato tradicional de conferencia donde la información solo es expuesta.

Cada innovación tecnológica y sus aportaciones al rubro de la educación deben ser reguladas y adaptadas para su trabajo en el salón de clase. Lo anterior expuesto, exige dentro del aula, al facilitador y guía, una constante actualización de sus saberes y de su interacción con las nuevas herramientas tecnológicas.

Al ser una herramienta tan visual, se convierte en una forma de trabajo llamativa que les puede hacer profundizar en los conocimientos deseados de una forma mucho más atrayente, a la par de rápida y sencilla (Alarte Garvía, 2014).

En algunos países, como en Estados Unidos, se ha fomentado la adquisición de estos equipos en los diversos niveles educativos, como reconociendo al valor de estas tecnologías como herramientas que beneficien el desarrollo y formación de los estudiantes. Dadas las condiciones que anteceden, el uso de las tecnologías emergentes de impresión 3D, en los países de América Latina, y su integración al plan curricular, en el ámbito educativo, son temas que empiezan a ser abordados y delimitados.

Las tecnologías de impresión 3D, han tenido aportaciones en diversas disciplinas como: Medicina, Ortopedia, Odontología, Arquitectura, entre otras; haciendo evidente la cualidad de adaptabilidad de estas herramientas. El Diseño Gráfico, dentro de su proceso de trabajo, puede utilizar estas tecnologías para su uso en las diversas áreas que ramifican la disciplina. Sin embargo, la mayoría de las investigaciones existentes que retoman el término “diseño” están más relacionadas con el enfoque “arquitectónico” e “industrial”.

En los documentos académicos, que se pueden localizar a través de las bases de datos, son recurrentes los acercamientos en el área de ingeniería y en bioingeniería; sin embargo, esto no excluye la existencia de proyectos que aborden áreas diferentes.

La impresión 3D en el salón de clase no está limitado sólo a la impresión para ingeniería o para ingeniería mecánica, también tiene aplicaciones en artes, matemáticas, robótica, biomedicina. ¿Cuáles son los beneficios de la impresión 3D? En pocas palabras, sirve para evaluar pertinencia, forma y función (Rosen & Cambron, 2014).

EL USO DE “PROTOTIPADO RÁPIDO” EN DISEÑO GRÁFICO

Resulta oportuno señalar algunos casos que han hecho uso de dichas tecnologías con un interés educativo y que no necesariamente han involucrado áreas de ingeniería o bioingeniería.

A través, del consorcio de universidades NMC (The New Media Consortium), el “Informe Horizon”, señala los orígenes de la impresión 3D y enfatiza que su inclusión en ambientes educativos, se lleva a cabo hasta el año 2000, a través de los centros de educación superior. Una de las pioneras, fue la Universidad de Illinois, en 2002, donde se utilizó la tecnología de “prototipado rápido” para realizar un estudio experimental sobre la mejora de las capacidades espaciales de los estudiantes. En 2009, en la Universidad del Estado de Georgia, se introdujo un módulo sobre la tecnología de “prototipado rápido” dentro de la asignatura Ingeniería Gráfica. En 2012, la Universidad de Alabama y la Universidad de Nevada, incorporaron la impresión 3D como un servicio más, dentro de las bibliotecas, con el objetivo de atraer nuevos usuarios (De la Torre-Cantero, Saorín, Meier, Melián-Díaz & Díaz Alemán, 2015).

En Estados Unidos, las normas para la competencia tecnológica (Standars for Technology Literacy) es un programa desarrollado para lograr en los estudiantes una capacitación adecuada en el uso de las nuevas tecnologías sin desentender el desarrollo de los conocimientos de educación básicos o formativos. En relación a lo anterior, existen casos desde educación preescolar, hasta educación superior sobre el uso y aplicación de estas tecnologías.

Es evidente que los diseñadores utilizan la impresión 3D, principalmente, con fines de prototipado. Su uso les ofrece la posibilidad de someter a prueba sus ideas con rapidez y de la forma más similar al resultado definitivo que se busca. Por lo tanto, es de esperar una creciente relevancia de la cantidad, calidad e inventiva de los prototipos realizados (Berchon, 2016).

Lo anterior permite simplificar tiempos en el diseño de modelos cuasi artesanales derivados de un proceso manual, que por sus características técnicas, puede ofrecer errores o imperfecciones. Con lo que se hace evidente, el valor del “prototipado rápido” como herramienta o medio para un objetivo en particular. Y para el docente, ofrece una posibilidad de llevar a la objetividad lo que se trabaja en el aula a un contexto real para ser valorado, a través de un análisis organoléptico.

La impresión 3D permite al educador producir modelos físicos que el estudiante puede tocar, sentir y, finalmente, evaluar bajo diferentes pruebas físicas. Por ejemplo, en una clase pueden imprimir puentes, valorar diversos diseños estructurales y diferenciar las cualidades de carga que soportan (Martin, Bowden, & Merrill, 2014).

Sin embargo, la impresión 3D, recorre una serie de prácticas y de elecciones creativas que la convierten en un medio absolutamente distinto a cualquier otro. La única razón de ser de la máquina, es hacer realidad una visión: da cuerpo a la imaginación del artista y a su trabajo, pero no lo sustituye. El creador continúa siendo el dueño del concepto, el diseño previo, del

La impresión 3D permite al educador producir modelos físicos que el estudiante puede tocar, sentir y, finalmente, evaluar bajo diferentes pruebas físicas.

modelado, de los tratamientos y acabados posteriores, y en ciertos casos, de los cortes y ensamblajes que se realicen una vez impreso el objeto (Berchon, 2016).

Los equipos que adquirió la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (FABUAP), con el objetivo de abonar a la formación de los estudiantes de Diseño Gráfico, son: una impresora Printerbot de extrusión de plástico, una ProJet 460 Plus de la empresa 3D Systems y una cortadora láser, también llamada Glowforge. La diferencia entre estos tres sistemas es:

1 Printerbot.- impresión por deposición
1. de plástico (ABS o PLA).

2 ProJet 460 Plus.- impresión que hace
2. uso de polvo y un material líquido (acrilato) que lo aglutina.

3 Glowforge.- por último, un cortador
3. láser personal que utiliza el sistema CNC para ir cortando excedentes sobre un material base (regularmente se utiliza el MDF).

La aportación del uso de estos equipos en un origen, está enfocado al enriquecimiento de algunos ejercicios abordados por algunas materias como son: Señalética, Envase, Industrial, Gráfica objetual, Innovación y talento emprendedor, Historieta, entre otras.

A pesar de que, el uso de las tecnologías de "prototipado rápido" ofrecen una oportunidad patente de abonar al proceso de formación de los estudiantes, la novedad misma de la tecnología y sus acelerados cambios, requieren de estrategias que permitan el aprovechamiento óptimo de estas herramientas y de personal capacitado que domine las tecnologías.

CONCLUSIONES

Las oportunidades del uso de la tecnología de "prototipado rápido" son muy prometedoras y abren la puerta a nuevas posibilidades de trabajo. Estas tecnologías aun no pueden sustituir la manufactura industrial de productos, pero están generando espacios de oportunidad para producciones de bajo volumen.

Las tendencias socioeconómicas a futuro, previstas por diversos organismos, han motivado a las instituciones educativas, a fomentar la preparación y desarrollo en las áreas de oportunidad promovidas por la influencia de las tecnologías emergentes.

En el área de la educación, su apoyo como herramienta y estrategia han sido explorados de acuerdo a diversas disciplinas, aportando casos de referencia que sirvan de guía para los acercamientos que se puedan dar en otras áreas. El diseño gráfico, como profesión, también ha incluido estas herramientas en la formación de sus profesionales, pues son claros los beneficios como: pruebas de modelos antes de hacer una producción mayor, evaluaciones comparativas de calidad, valoración de la resistencia material y estructural, así como otras aportaciones.

Si bien la tendencia mundial se dirige a democratizar el uso de estas herramientas, hasta el momento los sistemas todavía necesitan ciertos ajustes que solamente una persona con conocimiento técnico puede llegar a realizar; por lo tanto, si los estudiantes conocen e identifican cuáles son las necesidades y las particularidades de estos sistemas de impresión, así como sus ventajas y desventajas, entonces podrán proponer y diseñar, pensando para los clientes que quisieran hacer uso de estas herramientas.

El reto para la institución es el desarrollo de una serie de estrategias que le permitan al alumno proponer, desde la parte de diseño, soluciones que tomen en consideración las particularidades de la problemática a resolver, las condiciones técnicas de acuerdo a la herramienta que se va a utilizar y las implicaciones en posproducción que estas decisiones conllevarán. Es importante señalar que no se pretende que el alumno sustituya actividades sustantivas a otras profesiones, por el contrario se debe tener una conciencia del trabajo especializado y de trabajo colaborativo con el apoyo de otras disciplinas para obtener un resultado mucho más eficiente a las necesidades del problema planteado en la sociedad o por un cliente.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alarte Garvía, A. (2014, julio). Diseño e Impresión 3D. Aplicaciones a la docencia (Tesis de licenciatura). Universidad de Alicante, Alicante, España. Recuperado a partir de Recuperado de <http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/39812>

Berchon, M. (2016). La impresión 3D : guía definitiva para makers, diseñadores, estudiantes, profesionales, artistas y manitas en general. (R. Martín Giralde, Trad.). Barcelona: Editorial Gustavo Gili,.

Bin Maidin, S. (2011). Development of a design feature database to support design for additive manufacturing (DfAM) (Tesis doctoral). Loughborough University, Loughborough, Leicestershire. Recuperado a partir de Recuperado de <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/9111>

De la Torre-Cantero, J., Saorín, J. L., Meier, C., Melián-Díaz, D., & Díaz Alemán, M. D. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, individuo y sociedad*, 27(3), 429–446.

Martin, R., Bowden, N. S., & Merrill, C. (2014). 3D Printing in technology and engineering education. *Technology & Engineering Teacher*, 73(8), 30–35.

Ollyn, M. G. (2014). Investigation of user-centred approaches to design practice in Botswana (Tesis doctoral). Loughborough University, Loughborough, Leicestershire. Recuperado a partir de Recuperado de <https://dspace.lboro.ac.uk/dspace-jspui/handle/2134/18090>

Rosen, J., & Cambron, T. (2014). 3D Printing: The Future of STEM Learning. District Administration Custom Publishing Group. Recuperado a partir de Recuperado de <http://www.districtadministration.com/article/3d-printing-future-stem-learning>

Sánchez Bermejo, P. J. (2011). Virtualidad y creatividad escultórica (Tesis doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España.