



Congreso In-Red 2015
Universitat Politècnica de València
Doi: <http://dx.doi.org/10.4995/INRED2015.2015.1590>

Desarrollo de metodología docente enfocada a alumnos de grado en Ingeniería de Diseño Industrial y del Producto. Generación de prototipos por modelado, escaneado e impresión 3D

E. Rayón^{a*}, M.P. Arrieta^a, S. Ferrándiz^a, J. López^a

^aDepartamento Ingeniería Mecánica y de Materiales. Escuela Politécnica Superior de Alcoy. Universitat Politècnica de València. Pl. Ferrándiz Carbonell, s/n. 03801 Alcoy.

*emraen@upvnet.upv.es

Resumen

Mediante la metodología descrita en este trabajo se ha tratado de dotar al alumno de conocimientos y habilidades en el uso de equipamiento para el prototipado 3D, introduciendo como procedimiento novedoso e innovador el desarrollo de un modelo en arcilla mediante artes plásticas y artísticas. De los modelos generados, el alumno digitaliza el objeto en 3D experimentando con diferentes técnicas. Se comparan los resultados obtenidos para poder averiguar sus ventajas y limitaciones. Una vez se dispone del modelo digitalizado, el alumno pone en práctica sus conocimientos adquiridos en la carrera para usar software específico con el fin de hacer modificaciones al diseño. Finalmente los alumnos generan un prototipo real por impresión 3D. Los resultados obtenidos muestran que es necesario intercalar tareas de decisión técnica con otras de carácter plástico y artístico para mantener un alto grado de capacidad creativa, de atención e innovación por parte del alumno.

Palabras clave: Metodología docente, Diseño del Producto, Modelado, prototipado, escáner 3D, impresión 3D, creatividad, innovación docente.

1. Introducción

En el Grado de Diseño Industrial y del Producto se debe de prestar especial atención en proporcionar a los estudiantes de herramientas útiles para las tareas que conduzcan al desarrollo de un producto, entendiéndolo como un objeto novedoso o adaptado que pueda tener un valor en el mercado industrial o doméstico. Las etapas específicas de un proyecto de desarrollo de un producto suelen ser: el diseño puramente conceptual, la maquetación o planificación, la elección y selección de materiales y finalmente, todos aquellos procedimientos de fabricación requeridos. Por supuesto, habría que añadir todas las etapas asociadas a cualquier negocio de bien o servicio, como son los estudios de mercado, certificación, costes, presupuestos, etc. El procedimiento docente descrito en este trabajo está enfocado a fomentar la formación del alumno en las tareas particulares y únicas de diseñar y crear un producto.

Actualmente un activo muy importante a la hora de aportar un valor añadido a los conocimientos del ingeniero de Diseño Industrial es el de formarlo y fomentarle en el uso de paquetes informáticos dedicados al diseño. No cabe decir el alto grado de repercusión que actualmente supone para cualquier profesional tener habilidades para dominar estas herramientas informáticas. Por medio de estos programas es posible desarrollar modelos de piezas únicamente mediante la toma de cotas. Además se puede hacer renderizados añadiendo a los volúmenes las texturas e iluminaciones deseadas e incluso pronosticar y modelizar el comportamiento en servicio de estos diseños bajo diferentes tipos de sollicitaciones mecánicas, químicas, ambientales, etc. También existe en el mercado paquetes informáticos dedicados al modelado propiamente dicho, que permiten actuar sobre la superficie del volumen virtual con sencillas y ergonómicas acciones. Esto permite poder deformarlo con acciones simples de estirado, extruido, troquelado, relleno, etc., generando así una forma nueva.

Sin embargo, en la etapa de diseño puramente conceptual, donde se requiere de una mayor capacidad creativa e imaginación, un 90% de los alumnos encuestados de un total de 80, respondieron que para ‘encontrar el diseño’ prefieren utilizar dibujos o esquemas realizados a mano alzada frente a un modelado por software dedicado y, dentro de este porcentaje, solo un 5% prefieren el interface digital respecto al papel tradicional, lo que se denomina tableta gráfica o Pad. A la vista de los resultados debatimos con los alumnos a modo de reflexión, el por qué en la etapa puramente creativa el diseñador prefiere ‘sentir’ el trazo del pincel en vez de utilizar potentes simuladores gráficos. Las respuestas fueron variadas, pero en clase concluimos que trabajar de manera plástica con las manos, libera al cerebro de las tareas de toma de decisiones con la interface del software, es decir, la parte técnica de toma de decisiones disminuye. Simplemente, como contestaron algunos, “...trabajar con las

manos es un acto casi reflejo, que puede incluso generar satisfacción, sensación de relax y es intuitivo...”, podría ser el camino más sencillo entre el córtex del cerebro dedicado a la creatividad y el acto muscular necesario para plasmarlo físicamente. El ingeniero diseñador industrial y del producto, no tiene por qué necesitar siempre de mucha creatividad a la hora de realizar proyectos con piezas o productos. En este trabajo, el enfoque que se da a la asignatura es para potenciar las habilidades para cuando el ingeniero se dedique al diseño de nuevos productos.

Con todo esto en mente, se nos ocurrió desarrollar un novedoso procedimiento educativo con alumnos de cuarto curso de Diseño Industrial en la asignatura de Tecnología del Producto para fomentar la aptitud plástica de trabajar con las manos en la etapa de diseño de un nuevo producto. La propuesta fue que el alumno diseñara un nuevo objeto a la vez que lo modelaba con la mano. Esta tarea se incluyó dentro de un proyecto más complejo, pues una vez modelado, el objeto tuvo que ser escaneado mediante un escáner 3D de luz estructurada. Con el fichero de datos obtenido se invitó a los alumnos a poner en práctica sus conocimientos de software de diseño para retocarlo y modificarlo. Finalmente, los diseños tridimensionales fueron impresos mediante una impresora-3D de extrusión de resina.

2. Objetivos

Mediante la metodología que se describe en este trabajo, se ha tratado de dotar al alumno de conocimientos y habilidades en el uso de equipamiento para el prototipado 3D, introduciendo como procedimiento novedoso e innovador, el desarrollo de un modelo en arcilla mediante artes plásticas y artísticas. El fin de este procedimiento es el de favorecer la creatividad del estudiante a la vez que pretendemos potenciar sus habilidades en las tareas específicas necesarias para realizar proyectos de diseño de un producto.

3. Desarrollo de la innovación y resultados

Con el fin de describir el procedimiento de una manera clara y ordenada, se expone el desarrollo en un contexto cronológico, permitiéndonos así comentar en cada etapa los resultados obtenidos.

3.1. Primera etapa del proyecto. Modelado 3D.

La primera tarea que recae sobre el docente es la de buscar y solicitar la compra del material necesario para desarrollar el modelado. Buscamos varias alternativas de productos para modelar. Encontramos que existen varios materiales: arcillas, arcillas poliméricas, plastilinas, ceras y resinas de curado. Estos materiales se pueden clasificar en dos tipos; los

primeros se suministran en pastillas rígidas, que mediante el calentamiento en estufa a temperaturas de 50°C se ablandan y se trabajan. Cuando el material se enfría vuelve a endurecer, prevaleciendo la forma hasta que se calienta de nuevo. Este producto permite reutilizar el material de un curso a otro y fue el elegido para nuestras prácticas, ver Figura 1. El segundo tipo de material valorado fueron las arcillas y resinas de curado. En este caso, una vez que se abre el envase se dispone de un tiempo para modelar la pieza final, pasado el cuál, el material endurece sin posibilidad de volver a reblandecerlo. Todo el material de referencia encontrado durante esta búsqueda (tipos, marcas, características) fue puesto a disposición del alumno mediante links URL en una carpeta creada para tal fin en `Recursos Compartidos` del Poli(formaT) de la UPV. Además de las pastas para modelar se adquirieron herramientas profesionales necesarias para el proceso de modelado. Así mismo, se compró un rollo de alambre fino para poder utilizarlo de armazón en piezas complejas. Para un grupo de 25 alumnos el coste de todo este material no superó los 250 euros.



Figura 1. Arcilla para modelar y herramientas de modelado profesional utilizadas en la práctica

En el laboratorio dispusimos de un horno para calentar toda la resina y poder así reblandecerla previo a comenzar la práctica, se protegieron las mesas con hule y se distribuyó material para todos los alumnos. Antes de comenzar la clase práctica, en horas de teoría, se visualizaron vídeos sobre técnicas de modelado con arcillas, además de visitar alguna página web especializada a la vez que se recomendaron algunos textos técnicos. Todo este material fue puesto además a disposición de los alumnos en la plataforma Poli(formaT) para su posterior consulta y estudio. Algo que siempre hemos comprobado despierta el interés del alumno es poner ejemplos de aplicación en empresas del sector. En este caso, les mostramos que el modelado 3D no es sólo una técnica artística, sino que se utiliza en empresas del automóvil y de piezas de decoración de alto valor añadido.

Durante una sesión práctica de 6 horas, incluidos descansos, los alumnos experimentaron con los materiales puestos a su disposición de forma individual. Fueron capaces de crear figuras con muy buen aspecto y acabado, bien copiadas de algún modelo, bien diseños originales que fueron cambiando y adaptando durante el desarrollo de la práctica. La figura 2, muestra unas fotografías de algunos de los muchos objetos que modelaron. Los alumnos,

podieron comprobar la respuesta plástica del material en sus manos y los efectos que generaba cada tipo de herramienta utilizada.



Figura 2.- Fotografía de alguno de los diseños realizados con arcilla obtenidos en la primera sesión práctica de la metodología desarrollada.

En ciertas ocasiones no es necesario desarrollar un método de comprobación matemático para estudiar la eficacia de un procedimiento o metodología. A los alumnos se les explicó que la práctica no era obligatoria y aún así acudieron todos los participantes del grupo en un horario de tarde con jornada de 15.30h a 22.00h. Durante el desarrollo del procedimiento los estudiantes mostraban entre ellos su alegría por trabajar modelando con las manos y era palpable su estado de satisfacción e incluso de euforia, adornado con frases como “...hacía mucho tiempo que no me divertía/disfrutaba en clase...”, y comentarios similares. Si bien durante la primera hora los alumnos solo se dedicaban a experimentar y sin un claro propósito de forma, durante el resto de horas no perdieron la concentración en conseguir los objetos que ellos deseaban, con un nivel de detalle y realismo en algunos casos inédito!, los profesores pudieron comprobar la buena acogida de la experiencia. Además sentimos mucha satisfacción al hacer descubrir el gran talento que algunos estudiantes tienen y que hasta ese momento desconocían. Todas las piezas modeladas se guardaron para la siguiente clase práctica.

3.2. Segunda etapa del proyecto. Escaneado en 3D.

En la siguiente jornada de clase teórica se introdujo a los alumnos en las diferentes técnicas que existen actualmente para digitalizar un objeto con la información de volumen asociada, es decir, una digitalización o escaneo en las tres dimensiones. Del mismo modo, se les mostró una serie de ejemplos donde esta técnica era aplicada tanto a nivel científico [E. Rayón] así como industrialmente. Además creamos un debate sobre la utilidad de esta técnica en el desarrollo de alguna tarea de su Proyecto Fin de Grado, PFG. Ellos mismos plantearon una serie de opciones a seguir si pudieran realizar este escaneo y se les propuso realizar una brevísima descripción de en qué consistiría dicho proyecto. Al final de la clase,

se les informó de que en la siguiente sesión práctica se dispondría de varias tecnologías de escaneado-3D para que experimentaran con ellas. Aplausos...

En la segunda sesión práctica se dispuso de tres diferentes tecnologías para escanear objetos en 3D. El sistema DavidScan, muy económico y rudimentario, la Cámara Kinect, controlada mediante el software Skanet y que es un sistema más avanzado pero aún de bajo coste y, un escáner profesional de luz estructurada de gama media. La figura 3 muestra fotografías tomadas en la clase práctica donde los alumnos experimentaban los tres tipos de tecnologías ofertadas.

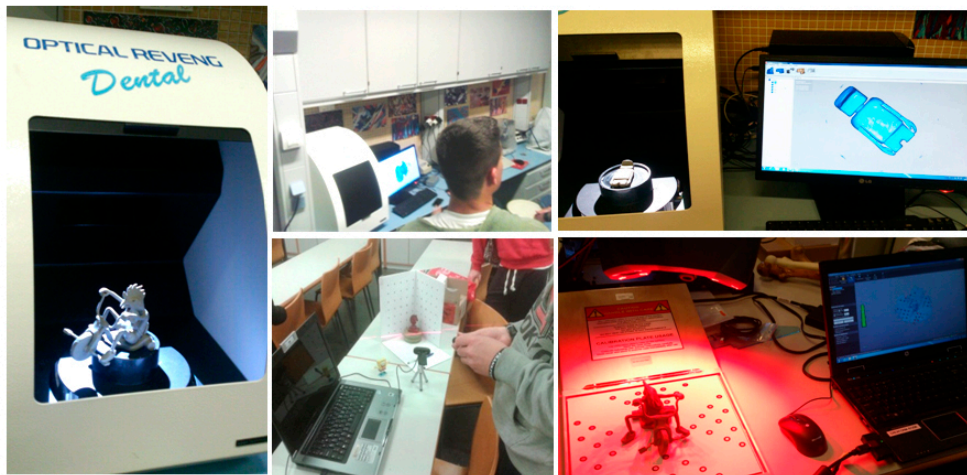


Figura 3. Fotografías obtenidas en la clase durante el proceso de escaneado 3D mediante las diferentes técnicas utilizadas, DavidScan, cámara Kinect y escáner dental de luz estructurada.

El objetivo de esta sesión práctica versó en que los alumnos en grupos pudieran rotar entre los puestos, de tal modo que experimentaran con las tres tecnologías de escanear, pasando de una tecnología tipo 'amateur' a una semi y profesional. Al final de la práctica se les pidió un informe individual a entregar en la sesión siguiente, para que comentaran pros y contras de cada técnica así como su valoración personal; sobre la utilidad de cada técnica en sus trabajos de Proyecto Final de Grado (PFG) y en general sobre sus labores como futuros diseñadores de productos industriales.

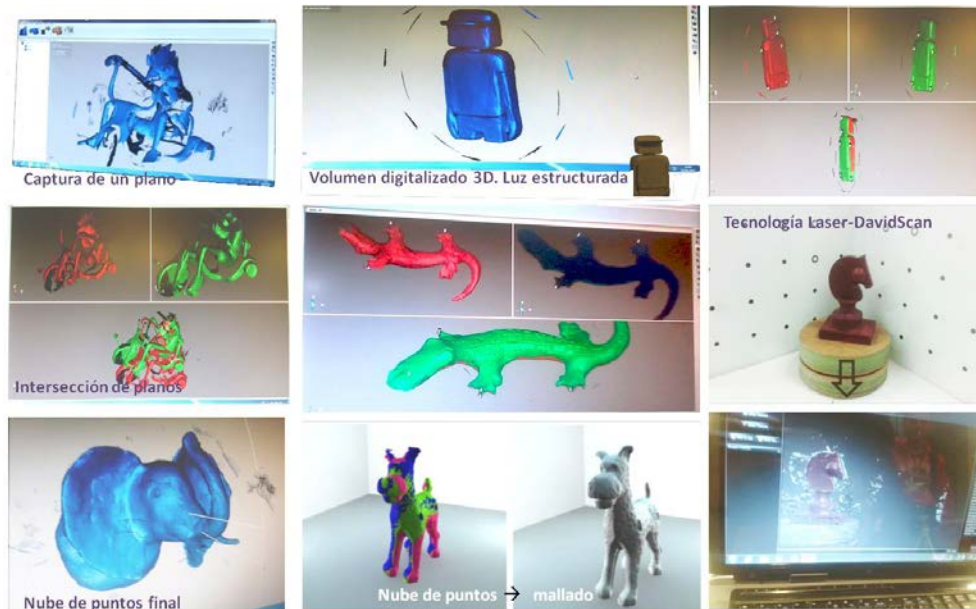


Figura 4.- Capturas de pantalla donde se observa cómo el alumno obtiene el modelo 3D de su objeto. Son nubes de puntos que hay que transformar a un posterior fichero de mallado para poder ser impreso en 3D.

Los alumnos consumieron la sesión digitalizando el volumen de sus piezas con cada una de las técnicas. La información digital se obtiene en forma de superficie de puntos espaciales que luego exportan a una superficie de malla con el fin de poder trabajar con otros programas que han aprendido a utilizar durante su formación universitaria. La acogida fue excelente y muy motivadora tanto para los alumnos, que disfrutaron descubriendo estas potentes técnicas, como para el profesorado viendo la cantidad de ideas innovadoras que iban surgiendo durante la experimentación. La figura 4 muestra algunos de los modelos digitalizados por los alumnos. Del mismo modo que en la práctica anterior, el grupo al completo y de manera voluntaria expresó las 6 horas experimentando con las tres técnicas provistas. Analizando las memorias entregadas por los alumnos, se comprobó que se mostraron muy satisfechos. Fueron capaces de definir las ventajas y desventajas de cada técnica. Por ejemplo, concluyeron que escanear con la cámara Skanect resultaba interesante si los objetos eran de dimensiones moderadas, (mayores que sus objetos). En ese sentido consiguieron escanearse en 3D a sí mismos (figura 5) pudiendo incluso hacer un proceso de segmentado (imprimir la textura real del objeto sobre su volumen). Cabe decir que consiguieron muy buenas digitalizaciones en 3D con el escáner de luz estructurada. Los mismos estudiantes propusieron por propia iniciativa, los siguientes pasos a seguir mediante los conocimientos de software adquiridos en la carrera.



Figura 5. Ejemplo de segmentación de textura y color con volumen. La imagen muestra una captura 3D de un alumno digitalizado mediante la cámara Kinect y el software Skanect-3D. La cara ha sido voluntariamente pixelada.

3.3. Tercera etapa del proyecto. Modelado virtual.

Para esta sesión se dispuso de una sala de ordenadores con los programas informáticos de modelado en 3D que conocían y dominaban los alumnos. En esta sesión pudieron importar la nube de puntos o malla que adquirieron con el escaneo de sus objetos con el escáner 3D profesional. Se les propuso que a lo largo de la sesión realizaran las modificaciones necesarias para poder considerar el objeto acabado en detalle y forma, ya que el escáner es capaz de recoger hasta el más mínimo detalle de imperfección o defecto superficial. Además se les propuso trabajar con las herramientas del software con el fin de añadir algunos elementos de tipo técnico, como sujeciones, tornillos, agujeros pasantes, etc. Se propuso por ejemplo, que el objeto dispusiera de un enganche para un llavero, un gancho para colgar de la pared o tornillos para sujeciones empotradas. También debían añadir otro tipo de elementos de aspecto de acabado como color, textura, rugosidades, etc. Antes de comenzar se mostró a modo de ejemplo lo que mejora un objeto escaneado en 3D después de utilizar estas técnicas informáticas.

Fue muy interesante comprobar cómo en esta sesión, que todos reconocieron como etapa fundamental e interesantísima en el marco del proyecto (según se recoge en la memoria final entregada para valorar la asignatura), el interés y entusiasmo disminuyó al poco rato de comenzar la práctica. Empezaron a observarse bostezos y desconexión de interés con el proyecto. El profesor intentó re-activar el interés mediante propuestas y métodos de inversión, cambiamos de software, propusimos una competición, pasamos de trabajo individual a trabajo en grupo, pero el resultado no fue del todo positivo. Los alumnos

fueron abandonando las aulas horas antes de finalizar la sesión. Preguntados al día siguiente por este ‘fracaso’ en un ambiente relajado y distendido, confesaron que “...después del interés y la diversión experimentada al trabajar con las manos como cuando eras pequeño – decían-, y de descubrir instrumentos y técnicas de digitalizado para nosotros novedosas, volver a la rutina de lo que hemos estado haciendo durante la carrera, nos cansa y motiva menos. Pero aún así concluían, que esta esta del proyecto también “es muy chula e interesante...” Esta frase recoge y resume el sentimiento general del alumnado durante esa sesión que sin duda la calificaron de ‘muy interesante’. Aunque el alumno efectivamente captó el valor y la importancia de esta etapa de proyecto en la creación de un objeto de diseño, pensamos que el hartazgo observado por el alumno se debe al hecho de ser una etapa que requiere de menor capacidad creativa. En cuanto se impusieron tareas de carácter técnico con métodos y procedimientos que ya conocían, el interés se disminuyó considerablemente.

3.4. Última etapa del proyecto. Impresión de su modelo en 3D con resina.

En una jornada dividida en una sesión teórica y otra práctica, se les mostró primero a los alumnos las diferentes tecnologías que existen actualmente para realizar una impresión de un objeto en 3D. Haciendo un recorrido histórico se les presentó ayudados de PowerPoint las posibilidades de imprimir en diferentes materiales como arena, cerámica, resinas e incluso materiales alimentarios. Fue curioso observar como de repente surgieron nuevos emprendedores durante la clase al descubrir que sus objetos se podían convertir en objetos comestibles. Además les gustó mucho descubrir que los presupuestos de estos equipos son bajos o moderados (asequibles). Aún les gustó más descubrir la opción de enviar tu diseño 3D a una empresa virtual, que previo pago te envía a casa el objeto impreso en el material deseado, con los colores deseados y a la escala deseada. Mostraron aún más entusiasmo cuando descubrieron que sus diseños-3D digitales podían ser vendidos en páginas especiales cobrando derechos de autor si algún usuario decidía descargárselo para su uso particular.

Durante la sesión práctica pudieron descargar sus archivos en una impresora 3D con el fin de imprimir el objeto que ellos mismos habían observado. Aún disponiendo de varias impresoras y dado que la impresión requiere de tiempos largos, solo pudimos imprimir tres piezas en toda la sesión.



Figura 6. Una de las impresoras de resina utilizadas durante la etapa de impresión 3D.

Nos gustaría destacar que estos alumnos de último año de carrera, estaban cursando la asignatura en el Semestre-B, es decir, el procedimiento docente ha sido probado en alumnos prácticamente en pleno desarrollo de su PFG. De hecho, el 15% ya estaba realizando trabajos o prácticas en empresas privadas. Es importante recalcar esto, porque a estas alturas de carrera el alumno ya casi graduado posee la suficiente perspectiva, experiencia y rodaje como para tener una valoración crítica de si el material docente desarrollado aquí ha significado un salto cualitativo y cuantitativo en su formación.

4. Conclusiones

Se ha propuesto y desarrollado una innovadora metodología docente en un curso de último año del Grado de Diseño Industrial y del Producto, que consiste que el alumno trabaje con sus manos para modelar un objeto que luego digitaliza en 3D para buscar alternativas de explotación de bajo coste. De los resultados obtenidos, hemos comprobado que es necesario intercalar tareas de carácter y decisión técnica con otras de desarrollo artístico y plástico para mantener un alto grado de atención y capacidad creativa e innovadora de manera mantenida. Se comprueba además que con este procedimiento de desarrollo se pueden obtener claros beneficios directos mediante la puesta en venta de sus diseños, lo cual les animó e impulsó a seguir explorando en el futuro sobre estas técnicas.

Agradecimientos: Emilio Rayón, desea agradecer a todos los alumnos de la asignatura Tecnología del Producto ofertada en la EPSA (2013-14 y 2014-15), por el talento, pasión, paciencia e interés que han mostrado.

Referencias E. RAYÓN, S. FERRÁNDIZ, M.I. RICO, J. LÓPEZ, M.P. ARRIETA. *Microstructure, mechanical and thermogravimetric characterization of cellulosic by-products obtained from the biomass seeds.* International Journal of Food Properties (2014) 18 (6), 1211-1222.

E. Rayón, M. P. Arrieta, S. Ferrándiz, J. López
