Escola Politècnica Superior d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO FINAL DE GRADO

RESUMEN

TÍTULO	**PROYECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA JOYERÍA**
AUTOR	**SANDRA YELO SÁNCHEZ**
TITULACIÓN	**GRADO EN INGENIERÍA DE DISEÑO INDUSTRIAL Y DESARROLLO DEL PRODUCTO**
CODIRECTOR	**FRANCESC XAVIER VILLASEVIL MARCO**
PONENTE	**MANUEL LÓPEZ MEMBRILLA**
DEPARTAMENTO	**ELECTRÓNICA**
FECHA	**9 JUNIO 2014**

RESUMEN

La motivación principal de este TFG sobre **la proyección de la tecnología en la joyería** es descubrir de qué forma los avances pueden facilitar el trabajo en el proceso de diseño y fabricación de joyas.

Para introducirnos en el campo de trabajo, se estudia la situación actual del sector, dividiendo la joyería en tres ámbitos: Artesanía, Arte y Diseño. Analizando cómo es la joyería y los joyeros (artesanos, artistas y diseñadores), me planteo actuar en el plano de la docencia: enseñar estos nuevos avances a las nuevas promociones de joyeros, para que las incorporen en su día a día.

OBJETIVOS

Mi objetivo principal con este trabajo es analizar qué tecnología podemos utilizar en el diseño y fabricación de piezas de joyería, cómo nos ayuda y qué ventajas nos aporta.

También hay una componente docente importante en este proyecto, ya que defiendo que para poder incorporar nuevas técnicas, lo primero es conocerlas. Así pues, otro objetivo importante es enseñar estos nuevos recursos a los nuevos joyeros, para que así puedan conocerlos desde la experimentación y poderlos aplicar en sus trabajos desde el inicio.

ARTESANÍA, ARTE Y DISEÑO

Desde el inicio de los inicios, la joyería se ha utilizado como ornamento corporal realizado con metales nobles o materiales preciosos para generar belleza. También ha sido, y es, un claro indicador de la condición social y económica del portador.

En la actualidad se podría clasificar la joyería en base a conceptos diferentes, yo la clasificaré en base al carácter. Para mí, se puede dividir la joyería actual en tres grandes bloques, donde las fronteras entre ellos son áreas difuminadas que hacen que una se nutra de la otra. Así, diferenciaríamos entre la joyería basada en la artesanía, en el arte y en el diseño.

Para el diseñador, su prioridad es la de crear un producto adaptado a la industria, por ello ha de tener en cuenta el proceso de fabricación para realizar diseños aptos. Además, por supuesto, de valorar otros detalles como el concepto, la forma, los materiales, la ergonomía, etc.

Para el artista, lo primordial es el mensaje que quiere transmitir con su obra, el concepto, independientemente de los materiales y técnicas empleadas.

Y para el artesano, se trata de un proceso en el que plasmar su técnica y tradición. La calidad del proceso de fabricación es lo importante.

Esquema de los distintos estilos de joyería actual y sus características.

TÉCNICAS BÁSICAS DE JOYERÍA

Es imprescindible tener conocimiento del oficio de joyero, a pesar de que se pretenda trabajar con CAD/CAM, ya que siempre hay parte del proceso que se tiene que realizar por un joyero experto, como es repasar y dar acabados a las piezas.

De las muchas técnicas de esta profesión, el proceso de microfusión es uno de los más interesantes de explicar, ya que todas las piezas generadas en 3D trabajan con materiales calcinables para poderse fundir en metales nobles.

Si partimos de modelos calcinables, el primer paso es montar el árbol. Cada pieza tiene un bebedero, que se suelda al tronco central a 45º. Una vez montado el árbol, se pesa para hacer el cálculo de cuanto metal es necesario.

Pasamos a iniciar el revestimiento, que es un preparado de yeso y sílice. La sílice facilita la eliminación de los gases, controla la dilatación y evita la contracción del revestimiento. La función principal del

revestimiento es que una vez eliminada la cera en el horno, el hueco dejado en el molde sirva para la inyección del metal fundido en su interior.

La mezcla se vierte en el cilindro sellado que contiene el árbol en su interior. Se deja un par de horas para que fragüe totalmente antes de quemar los cilindros y eliminar la cera. Por último, se calcina para conseguir un revestimiento endurecido y así que sea capaz de soportar la temperatura de colado del metal.

Para el colado, se funde el metal calculado inicialmente en la centrífuga. Cuando está líquido, se coloca el cilindro en el carro de la centrífuga y se hace girar. Esto permite que el metal penetre en el interior del cilindro, ocupando el espacio que inicialmente ocupaba la cera.

Tras unos minutos, se introduce en agua fría, para que con el contraste térmico se rompa el revestimiento. El resultado es el árbol inicial, pero esta vez de metal.

Árboles de fundición de plata y de latón.

Si queremos hacer una seriación de una pieza, podemos hacer un molde en caucho o en silicona a partir de la pieza de metal. Una de las cosas más importantes a tener en cuenta es que las piezas resultantes de la seriación tienen un coeficiente de reducción en referencia al modelo inicial.

Molde de silicona abierto con el modelo en cera.

TECNOLOGÍA APLICABLE A LA JOYERÍA

Lo que pretendo en este apartado es explicar la parte de la tecnología actual que de forma sencilla nos puede ser realmente útil en la fabricación de joyas. Por lo tanto, me ceñiré a máquinas y software de acceso fácil para un joyero.

Entendemos por **software** las aplicaciones informáticas que nos ayudan en la tarea de diseñar los elementos y formas que después fabricaremos. Distinguimos entre los programas que trabajan en 2D, es decir, en un único plano; y los de 3D, con volumen.

También son de vital importancia para el sector los programas de renderizado, que son los que generan imágenes o video muy realistas de las piezas antes de ser fabricados. Con este sistema, se puede hacer una presentación previa de diferentes diseños para que el cliente confirme un encargo, ahorrando tiempo y trabajo.

Existen tres tipos fundamentales de máquinas que se utilizan actualmente para crear joyas: la fresadora, el corte o grabado láser y las impresoras 3D. Cada una de ellas está más indicada para fabricar unas formas concretas, por lo que es importante adaptar el diseño a la tecnología de la que disponemos, o tener claro qué proceso será más adecuado para el diseño que ya hemos hecho.

Fresadora de precisión desktop y scanner 3D **Roland** *Modela MDX-20.*

Aunque existen **fresadoras** que trabajan directamente sobre metales nobles, lo más aconsejable en joyería es trabajar con las

que desbastan bloques de cera calcinable, que después pasarán a ser de plata u oro con el proceso de microfusión. Así la herramienta de corte que utilizan no ha de ser tan resistente y tiene mayor vida útil.

Si nuestra intención es hacer una seriación, también se puede trabajar sobre metales blandos (aluminio o peltre) y hacer posteriormente un molde de silicona o caucho que se podrá inyectar de cera tantas veces como necesitemos reproducir el modelo.

El **grabado y corte láser** se puede hacer sobre metales blandos (aluminio o peltre), pero no es usual hacerlo directamente en plata ni en oro, dado que la dureza de los metales hace más prolongado y caro el proceso. También es usual hacerlo sobre un material rígido calcinable, como puede ser el metacrilato, o algún material similar.

Este proceso es muy adecuado para piezas planas. Las máquinas suelen tener limitaciones de altura de trabajo entre 10 y 20 mm, pero en joyería se suele trabajar con gruesos menores, con lo cual no supone ningún inconveniente.

Dependiendo de la forma y grueso, es posible que una vez fundida la pieza en metal, se pueda dar volumetría, curvando o embutiendo el metal bien recocido

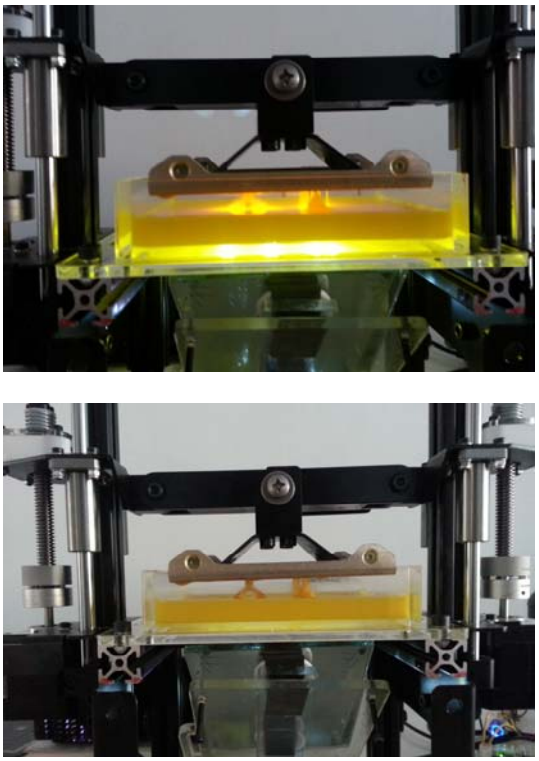
Existen dos tipos de **impresión 3D** por deposición de materia (FDM): las que imprimen en un solo componente o las que imprimen con dos componentes.

Las primeras necesitan generar puentes para mantener las partes superiores o cóncavas de la pieza.

Las de dos componentes trabajan depositando capas de una cera de bajo punto de fusión que actúa como material de soporte y un material termoplástico adaptado al proceso de la microfusión. Al acabar la impresión, la cera de soporte se diluye en agua caliente, sin afectar al termoplástico.

En este enlace http://youtu.be/tEYhdphEfxE se puede ver un video del proceso de impresión 3D con dos componentes cedido por **Pepi Medina.**

Otro sistema de impresión 3D es la estereolitografía (SLA). Se basa en un fotopolímero sensible a la luz, que es utilizado como materia prima. Un haz de luz ultravioleta se focaliza sobre la superficie de una cuba rellena de líquido fotopolimérico. Los rayos de luz dibujan el objeto en la superficie del líquido, capa a capa, usando fotopolimerización (DLP) para crear el sólido. La base se desplaza en el eje Z las micras definidas en la calidad de impresión y se repite el proceso para realizar la siguiente capa.



Proceso de impresión mediante fotopolimerización (DLP) de **Stalactite**.

COMPARATIVA ENTRE PROCESOS

He considerado interesante plantear una comparativa de las diferentes formas de trabajo que podemos realizar para obtener el mismo resultado, utilizando técnicas tradicionales y tecnológicas.

Para esta comparativa, se realiza un ejercicio de calado a partir de una imagen figurativa, para reconocer la fidelidad al dibujo. Se ha elegido la fotografía de un perro como diseño de partida para realizar una chapa de plata en la que con el juego del vaciado se visualice la imagen.

Imagen de partida para realizar el calado en el metal. Las áreas negras serán las caladas y las blancas el metal restante.

En el **calado tradicional**, la exactitud de este proceso está directamente relacionada con la habilidad del artesano que lo haga, tanto en el proceso de traspasado de la imagen como en el de serrado.

Para piezas únicas es una decisión acertada por ser un proceso relativamente rápido y, al no depender de talleres externos, se puede acabar la pieza en el mismo día.

Pieza de plata, calada con la sierra.

En cambio, este proceso no está indicado para hacer una seriación de piezas, ya que es bastante complicado que todos los calados nos queden exactamente igual, a pesar de que sea el mismo joyero quien los haga.

Para el **fresado** tenemos que partir de la imagen digitalizada en un programa de diseño 2D. La fresadora trabaja con archivos **.cdr**, el formato de *CorelDraw*. Si lo hacemos con cualquier otro software se tiene que guardar en formato **.pdf** para poderlo convertir a esta extensión.

Actualmente el proceso de fresado directamente en plata y oro es muy caro, ya que son metales muy duros, una solución es hacerlo en un metal más blando, como en este caso en peltre, aleación de estaño, cobre, antimonio y plomo. En esta ocasión se han hecho dos pruebas: un fresado total produciendo el calado y otro menos profundo, haciendo un grabado texturizando la superficie desbastada.

Piezas de peltre fresadas. En la primera se ha realizado un calado y la segunda se ha fresado superficialmente el dibujo obteniendo un relieve con superficie texturizada.

Es un proceso adecuado si nuestra intención es realizar varias piezas iguales, ya que podemos amortizar el coste del caucho o silicona entre ellas. Pero si nuestra finalidad es hacer una única pieza, este proceso eleva considerablemente el coste y el tiempo de fabricación.

El **corte láser** es muy similar al anterior, la diferencia radica en que el material en el que se hace es metacrilato, que es calcinable, es decir, se puede fundir sin necesidad de hacer molde, lo que nos permite ahorrar tiempo y dinero.

Si se quiere realizar una serie de piezas iguales, se ha de valorar el sistema de reproducción. Puede ser con un molde a partir de la pieza original de metacrilato o calar con láser tantas piezas como necesitemos y se haga la microfusión de todas ellas.

Pieza de metacrilato calada a láser y posteriormente fundida en plata.

Uno de los inconvenientes de este proceso es que la pieza resultante de la fundición del metacrilato es algo porosa, por lo que se requiere repasar a conciencia la pieza con lima y esmeril para conseguir una superficie más fina.

Para la **impresión 3D** la imagen de partida ha de ser una imagen tridimensional en formato **.stl**.

En este caso, se ha de matizar que es una pieza muy sencilla para utilizar esta tecnología, que está más indicada para piezas volumétricas con partes huecas o superficies complejas.

La exactitud del calado es total y el proceso de fundición es muy limpio ya que se realiza en una cera calcinable, obteniendo unas superficies lisas y sin poros.

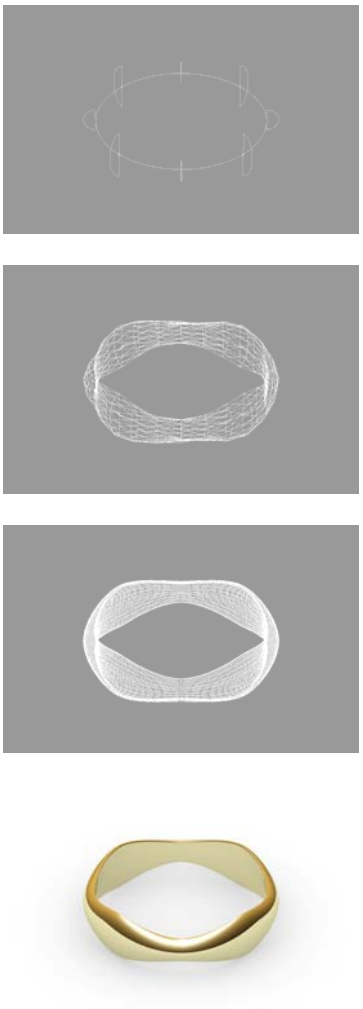
Impresión en cera mediante impresora 3D.

EN LAS ESCUELAS

Mi propuesta para que los joyeros utilicen todos los recursos disponibles a la hora de diseñar o fabricar sus joyas es que en las escuelas de arte se coordinen diferentes materias, con la finalidad de aunar esfuerzos y conseguir unos resultados más visibles. Inculcar a los futuros joyeros conocimientos y herramientas tecnológicas para que sea un recurso más próximo a la hora de resolver sus proyectos. En este sentido, he colaborado con **Maria Josep Forcadell** y **Violant Cebrià**, compañeras en la *Escola d'Art del Treball*, para elaborar dos programaciones didácticas que aportan dos formas de trabajar la concepción de joyas y las nuevas tecnologías.

Las dos Unidades de programación están pensadas con estrategias metodológicas diferenciadas.

En la primera, diseño y realización de dos alianzas de boda, se plantea primero descubrir el diseño desde la manufactura (acción sobre el material) para utilizar posteriormente el soporte digital.



Proceso 3D de un cambio de sección gradual entre una misma sección de diferentes medidas.

La segunda Unidad de programación es el diseño de un broche de alta joyería y se plantea la herramienta digital como el desencadenante del diseño para descubrir qué formas posibilita este lenguaje.

Proceso de deformación de una geoesfera con motivos calados, como muestra de la actividad.

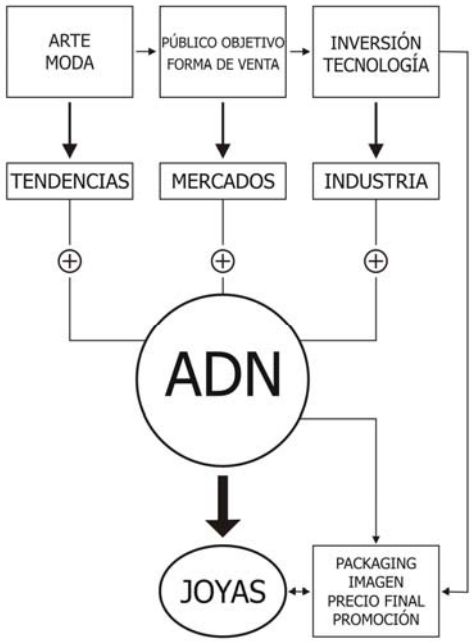
En los dos casos la fabricación de la joya se resuelve con máquinas 3D.

ADN

La teoría de ADN de **Ricard Domingo** refleja qué factores y de qué forma afectan, influyen o condicionan al diseño de la joyería y su contexto.

El *ADN* está relacionado por tres grandes conceptos: las tendencias, los mercados y la industria.

Se muestra con más detalle en el siguiente esquema:



Esquema de la teoría del ADN.

Cuando conseguimos tener claro nuestro *ADN*, además de diseñar y fabricar nuestras joyas, tenemos que tener en cuenta el contexto de nuestra joya. Y es que es casi tan importante la pieza como la forma en la que se presenta al comprador. Por ello se ha de estudiar todo lo que la envuelve: lugar de venta, dónde y cómo se presenta, packaging, imagen y campañas publicitarias (redes sociales, revistas, TV,…), el precio de venta, el servicio postventa, etc.

KALA

Muestro la puesta en práctica de lo explicado en el TFG. Presento unos anillos diseñados en 3D y fabricados mediante

impresión 3D, con diferentes máquinas impresoras y con diferentes procesos para conseguir el modelo en plata.

He realizado diferentes acabados a las piezas, para comprobar su versatilidad.

Diferentes acabados del mismo anillo.

A este conjunto de anillos los he llamado **Kala**, que significa “no hay límites”, que nos indica que el mundo es infinito. *Cualquier cosa es posible si descubres como hacerla*.

Los anillos puestos en la mano.

EQUIPO DE EXPERTOS

He tenido la fortuna de contar con la colaboración de buenos amigos y colegas, expertos en los temas que he tratado, ofreciéndome la oportunidad de generar este TFG bajo la dinámica de inteligencia colectiva.

Quiero aprovechar para agradecerles su participación. Gracias.

GEMMA AMAT, VIOLANT CEBRIÀ, JOAN CODINA, RICARD DOMINGO, MARIA JOSEP FORCADELL, KLIMT02, PEPI MEDINA, RAMON ORIOL, VIKTOR VARGA, ÁNGEL REGUERA Y EL EQUIPO DE STALACTITE.

CONCLUSIONES

Actualmente ya es un gran número de pequeñas, medianas y grandes empresas joyeras las que han sucumbido a estos medios tecnológicos. Ahora sólo falta expresarlo abiertamente y defenderlo como algo evolutivo y favorable para el sector y para los clientes.

No por ser una joya hecha mediante una impresora 3D ha de desvalorizarse. No podemos olvidar que esta tecnología sólo hace parte del proceso, pues todas esas piezas necesitan ser pensadas, repasadas y acabadas por joyeros, que es lo que les otorga ese valor tan deseado por los clientes.

Considero que uno de los puntos cruciales en esta historia ha sido el tratado más ampliamente: la formación que reciben los nuevos joyeros. Defiendo que las escuelas tienen un papel importante en este proceso de cambio, pues mostrando una visión abierta y complementaria de todas las técnicas, ofrecen un campo mayor de posibilidades laborales a sus alumnos.

Valoro muy positivamente el hecho de haber compartido la gestación de este proyecto con otros profesionales, eso me ha enriquecido y me ha hecho tener una visión más clara y segura de los temas que he tratado. También he podido corroborar que mi opinión en cuanto al camino a seguir es compartida por muchos de ellos. Ahora sólo nos falta recorrerlo.