



**Escola Politècnica Superior
d'Enginyeria de Vilanova i la Geltrú**

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

TRABAJO FINAL DE GRADO

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

Cualquier cosa es posible...

...si descubres cómo hacerla

RESUMEN	1
ABSTRAT	3
1 INTRODUCCIÓN	5
2 JOYERIA vs. INGENIERIA DISEÑO INDUSTRIAL	7
3 ARTESANIA, ARTE Y DISEÑO	13
4 TÉCNICAS BÁSICAS DE JOYERÍA	29
5 TECNOLOGÍA APLICABLE A LA JOYERÍA	39
6 COMPARATIVA ENTRE PROCESOS	49
7 EN LAS ESCUELAS	55
8 ADN	81
9 KALA	85
10 CONCLUSIONES	89
11 EQUIPO DE EXPERTOS	91
12 FUENTES	99

PROYECCIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN LA JOYERÍA

RESUMEN

El objetivo principal de este TFG sobre la **proyección de la tecnología en la joyería** es descubrir de qué forma la tecnología puede 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 grandes ámbitos: artesanía, arte y diseño. Analizando cómo es la joyería y los joyeros (artesanos, artistas y diseñadores), me planteo un segundo objetivo en el plano de la acción: enseñar estos nuevos avances a las nuevas promociones de joyeros, para que las incorporen en su día a día.

Este dossier pretende ser muy práctico, por lo que, tras una breve explicación de los procesos tradicionales que los joyeros utilizamos para construir nuestras piezas y una síntesis sobre software y maquinaria disponibles para aplicar tanto en el diseño como en la creación mecánica de joyas, ilustro con un ejemplo sencillo cómo poder realizar una misma pieza con los diferentes medios. Con esta comparativa se valora las ventajas y puntos débiles de unas técnicas sobre otras, pero la decisión de qué sistema elegir dependerá de las circunstancias, ya que el factor tiempo y económico condicionan la elección. Por supuesto, siempre se ha de tener en cuenta el diseño y cuál es el sistema más adecuado para su creación. Por ello es tan importante tener presente los procesos de fabricación y tecnología con la que contamos, ya desde la fase de diseño de nuestro proyecto para poder adaptarlo y optimizarlo.

Considero que para que estas nuevas vías de trabajo se implementen es necesario un cambio de pensamiento, tanto en el sector de la joyería, como en la sociedad en general, que al fin y al cabo son los usuarios finales. Por ello empiezo en el origen, cuando los joyeros potenciales se están formando en las escuelas. Pretendo que haya una mayor conciencia en la docencia ofreciendo un abanico amplio y variado de recursos para que en las trayectorias profesionales de estos alumnos puedan desarrollar su oficio de una forma innovadora y efectiva.

A modo de ejemplo, propongo dos unidades didácticas para el *Ciclo Formativo de Grado Superior de Joyería Artística* en las que se combina el trabajo creativo, manual y tecnológico para la creación de unas alianzas y un broche de alta joyería. Cada una de las unidades está planteada para que se coordine entre diferentes módulos docentes (proyectos, DAO, taller...) generando proyectos transversales y colaborativos, siendo un fiel reflejo de la

realidad; la tecnología no supe el papel del creativo, ni el del técnico, es un recurso más que nos facilita y nos aporta nuevas posibilidades en las diferentes fases de nuestro trabajo.

En la teoría del *ADN* se explica la fase mercantil de la joya. Defiende que para que una joya funcione se deben haber tenido en consideración una serie de factores como las tendencias, el mercado y la industria, que influyen directamente a la fase del diseño. Otorga un valor añadido a la relación de nuestra joya con su contexto: el packaging, la imagen de promoción, el precio, etc.

Finalmente muestro un anillo creado con las pautas expuestas en este dossier, poniendo en práctica los conceptos y principios tratados, viendo su aplicación en un caso real.

Este TFG ha sido elaborado bajo la dinámica de inteligencia colectiva, contando con la participación y colaboración de grandes expertos de cada materia tratada.

PALABRAS CLAVES

Joyería	Docencia	Inteligencia colectiva
Artesanía	Arte	Diseño
Tecnología	CAD/CAM	Impresión 3D

ABSTRACT

ABSTRACT

The main goal of this TFG on **Projection of Technology in Jewellery** is to find out in which ways Technology can help in the process of designing and production of Jewellery.

To get started in the work field, I research on the current situation of the sector, dividing jewellery in three main areas: handcraft, art and design. I aim for a second objective planned to get into action: show these new advances to new promotions of jewellery students, so that they introduce them in their daily work.

This report is intended to be very practical, so after a brief explanation on the traditional processes that jewellers use to create our pieces and a synthesis about software and machinery available to be applied both in design and making of jewels, I give a simple example of how to create the same piece of work with different means. We can see the pros and cons by comparing the two techniques, although the final decision on which system to follow will depend on the circumstances, as time and economic factors will determine the choice. In any case, we always have to bear in mind the final design and the most appropriate system to get to it. That is why it is so important to know well the process and technology at our hands, right from the moment of designing our project to adapt and optimize it at the most.

I reckon that for these new ways of work to be implemented, a change of mind has to take place before, not only in the jewellery sector, but also in the society in general, as they are the final users eventually. That is why I start at origin, when new Jewellers are formatting at college. I intend to generate a higher knowledge at the teaching level, offering a wide range of resources for these students to develop their jobs in a effective, innovating way.

As an example, I offer two learning units for the "*Ciclo Formativo de Grado Superior de Joyería Artística*", where creative, manual and technoly work are combined to produce wedding rings and a brooch of high class jewellery. Each of the units is planned to be coordinated by the different teaching modules (projects, CAD, workshop,...) providing crossed cooperational projects, to be the true representation of reality. Technology doesn't replace creation nor technical tasks, but is just another resource to simplify and offer new possibilities to the different phases of our work.

In the AND theory, the commercial phase of the jewel is explained. It supports the idea that to have a successful piece of jewellery, first you have to consider a number of factors, such as tendencies, market and industry, as they affect directly the design phase. It gives an added

value to the relationship of our jewel within its context: packaging, promotion image, price, etc.

Finally, I show a ring created following the steps suggested on the report, putting into practice the concepts and principles shown, applied to a real case.

This TFG has been done following collective intelligence dynamics, with the collaboration and participation of major experts on each of the fields dealt with.

KEYWORDS:

JEWELRY	TEACHING	COLLECTIVE INTELLIGENCE
HANDYCRAFT	ART	DESIGN
TECHNOLOGY	CAD/CAM	3D PRINTING

1.- INTRODUCCIÓN

Este TFG está enfocado a la incorporación de las nuevas tecnologías en la creación de joyas. Su objetivo principal 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 definiendo que para poder incorporar nuevas técnicas, lo primero es conocerlas. Así pues, otro objetivo importante de este trabajo 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.**

La metodología que seguiré será introducir al lector en el mundo de la joyería, explicando qué entendemos por joyería y sus tipos, qué problemáticas actuales se pueden encontrar, cuáles son las técnicas básicas de la joyería tradicional y qué procesos tecnológicos están a nuestro alcance para ayudarnos en su fabricación. Presentaré una comparativa de diferentes procesos, manuales y mecánicos, para realizar una misma pieza, permitiéndonos así analizar las ventajas y desventajas según nuestra finalidad. Propongo dos unidades didácticas que se adaptan a la normativa educativa actual, para poderlas aplicar en la formación reglada. En ellas se presenta la actividad para diseñar una joya bajo unos parámetros en la que la tecnología tiene una parte fundamental, bien en la fase de diseño, bien en la fase de fabricación.

Por último, se explican todos los condicionantes que influyen en el diseño de la joyería, lo que llamamos el ADN. Y acabamos el TFG con la muestras de un ejemplo de joyas realizadas con impresión 3D, experimentando todo lo visto en este dossier con un caso práctico.

Para elaborar este trabajo me he ayudado de “fuentes físicas y reales”, es decir, en la mayoría de los casos he consultado con expertos ampliamente cualificados y conocedores de los temas a tratar, en lugar de libros o Internet. He recibido muy buena acogida por parte de todos ellos, que han querido colaborar amable y desinteresadamente en la elaboración de este TFG. Les estoy muy agradecida por haber podido trabajar en estas condiciones de inteligencia colectiva.

Para justificar el porqué de este tema os introduciré en el contexto de mi vivencia en este sector y os aportaré mi visión personal. Es lo que he llamado Joyería vs. Ingeniería en Diseño Industrial.

2.- JOYERÍA vs. INGENIERÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL

Considero que lo primero que tengo que explicar es porqué dedicar un TFG en una escuela de ingeniería a algo, a priori, tan poco vinculado como es la joyería. Al fin y al cabo, la joyería es sólo para decorar el cuerpo, ¿no?

Lo mejor será que empiece por el principio, cómo he llegado hasta aquí y qué es lo que me ha motivado a profundizar en este tema.

En el instituto se me daban muy bien las matemáticas, soy de las últimas promociones de BUP y COU, y lo mío obviamente eran las ciencias puras: física, química, matemáticas y dibujo técnico. Tenía gran facilidad para los cálculos mentales, la trigonometría y el razonamiento espacial; hablo en pasado porque con el tiempo y el desuso estas habilidades acaban por perder fluidez.

Mi primer contacto con la Universidad fue para introducirme en el apasionante mundo de la Ingeniería en Caminos, Canales y Puertos. Lo que al principio me debería haber “encajado” por mi perfil técnico, acabó antes de lo pensado, concretamente a finales de marzo, tras las Fallas (estudiaba en la UPV, Valencia). A parte de mi facilidad en ciertas materias, no había tenido en cuenta otras habilidades e intereses; y es que soy una persona con habilidades manuales y también con capacidades y necesidades sociales, aspectos que verdaderamente no eran muy necesarios para trazar una autopista.

Así que en el curso siguiente empecé en Ingeniería Técnica en Diseño Industrial, también en la UPV. Se adaptaba totalmente a mí, teníamos clases teóricas de ingeniería y de diseño, así como clases prácticas y talleres de prototipado, maquetismos, materiales, procesos industriales... era perfecto, pero era una Ingeniería TÉCNICA... demasiado corta, sólo 3 años para aprender todo lo que yo quería, así que decidí pedir una beca Erasmus de todo un curso para hacer el PFC en la politécnica de Milán, alargando así mi formación un curso más.

Milán me aportó la posibilidad de experimentar otras especialidades de diseño, como el gráfico y la moda, pero todo quedaba en la fase de propuesta de diseño y no con prototipo como estaba acostumbrada. En esa experimentación de nuevas oportunidades, descubrí la joyería. Se puede decir que fue un flechazo a primera vista. Empecé a dar clases prácticas en una escuela-taller para aprender el oficio, a la vez que seguía yendo a todas las asignaturas relacionadas con joyería que ofrecía la Universidad. Y fue allí donde decidí que había encontrado mi futuro.

No diré que fue una casualidad, porque no creo que existan, la cuestión es que un día una compañera de residencia me comentó que un familiar suyo daba clases de joyería en una escuela de arte de Barcelona; así que mi próxima parada fue Barcelona, para estudiar el Ciclo Superior de Joyería Artística.

Dos años más tarde, en el 2004, con mi título bajo el brazo, tome una de las decisiones importantes en mi vida: quedarme a vivir en Barcelona. Estuve dos años compaginando el desarrollo de mi propia marca con el trabajo para otros talleres. Fue un periodo relativamente corto, pero muy intenso, en el que aprendí mucho del oficio real, del día a día en un taller y en una galería vendiendo joyas de autor.

Paralelamente, fui cofundadora de un grupo de siete joyeros que habíamos estudiado juntos, el colectivo *Pepita de Oro*; esto nos daba la oportunidad de seguir experimentando en la joyería sin la presión de hacer joyas vendibles. Creamos un sistema de trabajo basado en los “*Cadáveres Exquisitos*” de los surrealistas, aplicado a la joyería. Son joyas en las que interveníamos los siete de forma consecutiva, dando forma a la materia para crear joyas, sin un proyecto definido inicialmente. Añadimos el concepto de “*autopsia*”, que es la secuencia de fotos que plasma la evolución de la creación de la pieza (figura 2.1). La colección de *Cadáveres Exquisitos* fue expuesta en diferentes lugares, entre ellos la sede de *Artesanía Catalunya* y la *Galería Laura Rodz* de Valencia. Este colectivo duró del 2006 al 2012.



Figura 2.1 *Autopsia* de un *Cadáver Exquisito* del colectivo de joyeros **Pepita de Oro**.

Desde el 2007 soy socia del *FAD* (Fomento de las Artes y el Diseño), inicialmente como tesorera de la junta de *Orfebres FAD* y, tras la fusión, de *A-FAD* (Artistas y Artesanos del FAD). Desde esta asociación organizamos los premios *Enjoia't*, un concurso internacional de joyería contemporánea que cuenta con 20 años de historia. Desde hace cuatro años este premio se engloba en la programación de la semana de la joyería contemporánea de Barcelona, que cuenta con dos grandes eventos: *JOYA* y *ESPAIJOIA*, en los que he colaborado como asesora y comisaria.

En el 2007 me ofrecieron la oportunidad de trabajar en la *Escola d'Art del Treball* de Barcelona, donde yo había estudiado joyería y allí sigo trabajando desde entonces. He ejercido de profesora de proyectos, de modelado y maquetismo y de taller. Desde el 2009 soy la coordinadora de *FCT* (Formación en Centros de Trabajo, es decir, prácticas en empresa) y responsable de las relaciones internacionales (becas *Erasmus* y *Leonardo da Vinci*). Esto me ha dado la oportunidad de estar en constante contacto con las empresas del sector, tanto de Barcelona como de parte de Europa, y ver cuáles son las necesidades y problemáticas reales y cuáles son sus procesos y sistemas de trabajo.

También he tenido la oportunidad de coordinar un proyecto entre la *Escola d'Art del Treball* y la *China Academy of Art* (CAA), de Hangzhou (China): *Projecte SAL*. En él cerca de 100 joyeros y artistas hicieron obras a partir de la sal de las minas de Cardona. Finalmente se seleccionaron unas 60 piezas que han sido expuestas en el *Melting Point 2012* de Valencia, en *Artesania Catalunya* y en Cardona (figura 2.2).



Figura 2.2 Imagen gráfica Projecte SAL y fotografía de la inauguración de la exposición en Cardona (2013).

Por otro lado, en 2012 me surgió la oportunidad de volver nuevamente a la Universidad, para adaptar mi título de Ingeniera Técnico al de Graduada en Ingeniería. En el transcurso de estos dos años he cursado solo 6 asignaturas y todas ajenas al mundo del diseño. Por lo que ahora, que se me plantea el reto de hacer un trabajo de síntesis, no quiero perder la oportunidad de enfocarlo a lo que he estado aprendiendo todos estos años y en lo que he aplicado mi tiempo, conocimiento y habilidades.

Así, en este TFG aportaré mi visión desde mi experiencia como creadora de joyas, mi experiencia como instructora de joyeros potenciales y mi propia experiencia en el ámbito del marketing, incluyendo la función comercial y de difusión, siempre en el área del diseño y la joyería. No es que piense que es el futuro, sé que es el presente.

Como profesora, siempre he sentido una gran responsabilidad en ser honesta con mis alumnos en cuanto a la realidad profesional del sector, y este aspecto es el que me ha motivado a enfocar mi trabajo hacia la influencia que la tecnología está teniendo en la joyería.

No trato de posicionarme ante un tipo de joyería por encima de otro, no es uno de mis objetivos (ni del TFG, ni propios), creo que hay espacio para todo, pero no podemos seguir negando la evidencia, ni mirar hacia otro lado. Creo que se ha de tratar la tecnología como un recurso que nos facilita unos procesos de producción y que nos proporciona un ahorro, ya sea de tiempo o de dinero. Si lo tratamos como una herramienta más, podemos obtener un abanico de recursos a nuestra disposición, que nos abren las puertas a más posibilidades innovadoras y creativas, que al fin y al cabo es de lo que se trata: evolucionar!!!

2.1 CÓMO ES LA JOYERÍA SEGÚN LOS JOYEROS

Cuando yo me inicié, profesores y joyeros decían abiertamente que la joyería era un sector muy “cerrado”. El joyero trabajaba en su taller principalmente solo, o con ayuda de una persona de máxima confianza, en la mayoría de las veces algún familiar. Esto dejaba pocas opciones laborales si no venías de familia joyera, como es mi caso.

Además, los joyeros eran celosos de su forma de trabajo, nunca explicaban sus trucos, qué herramientas utilizaban, cómo habían resuelto para poder soldar una pieza complicada, etc.

Visto desde este punto, es evidente que dejaba pocas opciones a la innovación, el hijo hace lo que hacía su padre, que es lo mismo que hacía su abuelo. Y no hay nada malo en ello,

pues es la forma que tenemos de mantener las tradiciones. El problema viene cuando el hijo decide no continuar con la saga y es cuando empiezan a escasear artesanos de un sector, porque no transmiten su conocimiento y buen hacer al resto de la sociedad.

Por suerte para mí, y me consta que para muchos de mis compañeros, yo no he vivido esa realidad en mi generación. En mi camino me he encontrado muchos profesionales deseosos de compartir su trabajo y su aprendizaje. Y en estos últimos años, una prueba palpable de ello son los grupos creados en redes sociales en las que una comunidad de joyeros presentan sus piezas, las explican, comentan la técnica con la que está hecha, piden consejo o ayuda para solucionar un diseño.

Parece que el sector está evolucionando también hacia las sinergias, hacia el compartir para avanzar todos juntos, hacia una inteligencia grupal o colectiva que ayude a innovar en la joyería.

Los joyeros de antes eran unos grandes expertos en todo, sabían grabar, sabían engastar, fundían ellos mismos... eran prácticamente autosuficientes. Ahora se tiende más a la especialización, está bien tener conocimientos generales de otros oficios afines, como la gemología, el grabado, el engastado... pero hay que profundizar en una rama y trabajar con expertos de cada una de las otras ramas. Es lo que en ingeniería y otros campos se lleva haciendo durante años, el trabajo en equipos multidisciplinares en los que cada miembro aporta el conocimiento y buen hacer de su especialidad.

Con esta idea he querido formular este trabajo, colaborando con los expertos de cada materia para poder tener su opinión y su conocimiento sobre esta propuesta de mejora de la situación actual.

2.2 QUÉ SE PUEDE MEJORAR

En el sector de la joyería, como en muchos otros, hay muchos frentes abiertos. Yo me centraré en uno muy específico, el de cómo puede el avance tecnológico que se está dando en la actualidad, favorecer y beneficiar al diseño y fabricación de joyas. Y cómo eso puede ser llevado a la práctica por los propios joyeros.

En la actualidad, ya son muchas marcas las que trabajan con tecnología 3D para fabricar sus joyas, es evidente: abaratan costes, ahorran tiempo de producción y minimizan el mecanizado posterior. ¿Entonces, dónde está el problema? El problema radica en el concepto que la sociedad tiene de la joyería como algo hecho a mano, y de ahí su valor

(además del material). No nombraré marcas, pero es evidente que muchas empresas de alta joyería y joyería comercial fabrican sus productos con esta tecnología, lo de que sea en nuestro país o en otros países de oriente lo mantendremos al margen, pues eso es tema para otro debate. No lo admiten ni lo publicitan porque eso está mal visto por sus clientes, que siguen imaginando un operario haciendo piezas una a una artesanalmente, aunque toda la ciudad lleve el mismo colgante. Es una idea inimaginable en otros sectores y productos, donde el hecho de utilizar tecnología puntera es el gran reclamo para la sociedad.

Tal vez no sólo haya que asociar la tecnología con piezas hechas en serie de gran tirada. También hay adaptaciones de esta tecnología para aplicarla en piezas únicas o en series cortas, más propias a una empresa, estudio o taller pequeño.

Lo del cambio de concepto de la sociedad, es algo en lo que todos tendremos que ir trabajando, desde dentro del sector joyero, hasta la sociedad: el cliente potencial. Mi propuesta es empezar este cambio desde los inicios, desde que el joyero se está formando en el oficio. En esa etapa es en la que él crea su base de conocimiento y de acción, si aportamos una visión amplia y variada en todas las direcciones, esas personas podrán decidir qué camino tomar; pero, tomen el que tomen, serán conocedoras de todos los recursos a su alcance, y podrán tenerlos en cuenta para su trabajo diario, para una colaboración puntual o para realizar una pieza concreta que con los procesos tradicionales no es factible.

3.- ARTESANÍA, ARTE Y DISEÑO

Para introducirnos en el mundo de la joyería, desde la visión del sector de la joyería, creo que es necesario explicar qué es y clasificarla.

Desde el inicio de los inicios, la joyería se ha utilizado como ornamento corporal realizado con metales nobles o materiales preciosos para generar belleza, con lo que se vincula al contacto con el cuerpo, excluyendo así objetos y elementos no portables; También ha sido, y es, un claro indicador de la condición social y económica del portador; No hay que olvidar tampoco toda la vinculación sentimental y energética que se le da a las joyas familiares y a los talismanes.

En la actualidad se podría clasificar la joyería en base a conceptos diferentes, yo la clasificaré en base al carácter. Para mí, se podría 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.

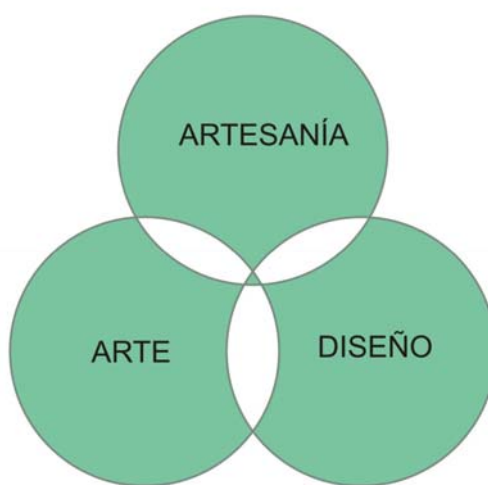


Figura 3.1 Esquema de los distintos estilos de joyería actual.

La joyería con carácter artesanal es la de la tradición. Principalmente, es la asociada a la técnica, a la de generaciones familiares dedicadas a un oficio. Trabaja casi exclusivamente con metales nobles (plata y oro) y es frecuente el uso de gemas. Las tipologías típicas son anillos, pendientes, colgantes.

La joyería de arte o joyería contemporánea, como se conoce actualmente, no tiene fronteras en cuando a materiales, técnicas ni tamaños. Es una forma de expresión artística, por lo que

lo importante es el concepto, lo valioso es lo que el artista nos quiere transmitir con esa pieza, no el valor de los materiales con que lo transmite. La tipología más utilizada es el broche, por su posibilidad compositiva.

El tercer pilar es la joyería de diseño. En este caso el valor radica en la creatividad de formas y la innovación en la fabricación. Se suele trabajar con los metales nobles como base, aunque se pueden incorporar otros alternativos, sin que por ello se desvalorice la joya. Se asocia a la joyería comercial, por estar más enfocada a la posibilidad de seriación.

Para profundizar en estos tres grandes bloques, he querido que tres expertos nos hablen de ellos, desde su punto de vista personal y por su experiencia profesional.

En el caso de la artesanía, he contactado con la aportación de **Gemma Amat**, actual directora de la *Escola Massana*. Ha sido directora de *Artesania Catalunya* durante un largo periodo de tiempo en el que trabajó para fomentar la difusión e innovación de los oficios en Cataluña. Ella ha realizado un breve texto en el que analiza la situación de la artesanía ilustrada con ejemplos visuales que apoyan su discurso.

En el caso de la joyería contemporánea he contado con la colaboración de Leo y Amador, creadores de la plataforma **Klimt02**. En 2002 crearon este entorno virtual donde uno puede aprender, obtener información e interactuar con cada aspecto de la joyería contemporánea. Miles de joyeros procedentes de más de treinta países de todo el mundo se han adherido a este sitio, junto con un gran número de escuelas, coleccionistas, museos, galerías, asociaciones, estudiantes...

Ramon Oriol nos habla del papel del diseño dentro de la joyería. Él procede de una familia de joyeros de más de un siglo y medio de tradición y aportó la innovación en sus creaciones. Trabajó el tema del objeto, la orfebrería, lo que le acercó al mundo industrial. Ha formado parte de la junta gestora del *FAD* y actualmente dirige el postgrado en joyería alternativa en *ELISAVA*.

3.1 ARTESANIA Y JOYERÍA POR GEMMA AMAT

Valoración de la evolución de la artesanía. Cómo la tecnología y los nuevos avances pueden influir en la artesanía (ver original en anexo A).

Curiosamente el término artesano está de moda. Atrás quedan los tiempos en los que la artesanía (lo hecho a mano, lo hecho a medida) se había arrinconado deslumbrados por la

industria líder. Y ahora, en el momento de la era tecnológica y digital es cuando los procesos artesanales toman más sentido y más fuerza.

Sólo hay que ver algunos spots publicitarios y referencias de otros sectores que se llenan la boca cuando consideran que se aproximan al saber hacer de la artesanía (figura 3.2):



Mundo Deportivo, "El Barça artesanal " abril 2010

".. En este Barça artesanal cuentan las piezas, pero es el conjunto lo que se acaba imponiendo, es un buen reloj, con un relojero excepcional..."



Campaña publicitaria Montblanc 2012

"Artesanía pura"



Campaña publicitaria Louis Vuitton 2011

"...qué Pequeños gestos transmiten en secreto nuestros artesanos?..."

Spot publicitario de Bonito del Norte Ortiz www.youtube.com/watch?v=np8PmHFNUXQ

"...mientras quede un botero, un soplador, una encajera, mientras haya un pescador de bonito en el mar, existirá la artesanía..."

Figura 3.2 Spots publicitarios que hacen referencia a la artesanía.

Si el valor del pasado es algo intrínseco a la artesanía, entonces cuando hablamos de la evolución de la artesanía, ¿de qué estamos hablando? ¿Estamos hablando de una evolución tecnológica o una evolución conceptual?

La evolución es el proceso de cambio en todas sus formas de manera gradual, y el carácter radical de los cambios que ha tenido lugar en estas dos últimas décadas ha puesto en riesgo cierta continuidad en el saber hacer y en la función de la artesanía en el siglo XXI, huyendo de la revolución tecnológica y haciendo que los procesos de continuidad sean más importantes que los procesos de cambio. Todo ello ha conllevado un nuevo panorama de riesgos y oportunidades.

Así pues, el panorama actual de la artesanía, tal y como describí en el libro " Otras miradas de la artesanía" (AA.VV. *Otras miradas sobre la Artesanía*. Ediciones Escuela Massana, Barcelona 2009. ISBN 84-9333257-7-5) se puede situar en un amplio recorrido que va del arte hasta la industria, incluyendo las últimas tecnologías, con la condición indispensable del dominio de un oficio. De esta manera, ni perderá el tren de la innovación tecnológica, **hacia dónde va**, ni renunciará lo que le es propio, **de dónde viene**.

El concepto de evolución a veces asusta al sector artesano que cree que sus valores pasan por mirar atrás y no adelante:

"...Me he encontrado muchas veces a artesanos que reniegan de su condición de artesanos y prefieren llegar a un "estadio superior", el de artista... Y también me he encontrado artesanos que se sienten supeditados al diseñador y que no aceptan que nadie les dé "lecciones" sobre lo que deben hacer en relación a su oficio. Por otro lado también hay una "lucha interna" entre los artesanos por el hecho de que, algunos talleres hayan incorporado tecnología y no los consideren puramente artesanos, sino industriales. Así pues, en un nuevo escenario, la tendencia es, o al menos eso es lo que deseáramos, que estos perfiles no traten de delimitar su espacio de acción sino que puedan interrelacionarse de forma natural.

La mayoría de nuestros artesanos por situación generacional y territorial son artesanos que dominan a la perfección su oficio pero no conocen la metodología del diseño y que han innovado poco en concepto y en tecnología. La generación más joven de artesanos que, en su gran mayoría, han salido de escuelas de artes y oficios y diseño, si está aplicando el diseño como parte del proceso artesanal, la generación más madura intenta dialogar con el diseñador con un lenguaje común para una artesanía que responda a las necesidades del mercado y de la sociedad actual.

Lo que no deben hacer los artesanos es perder el tiempo en competir con la industria: lo que pueda resolver la industria no debe plantearse en la artesanía, de la misma manera que donde no llega la industria es una oportunidad para la artesanía..."

Otras miradas sobre la artesanía, pág. 213

En el periodo en el que dirigí *Artesania Catalunya*, pusimos en marcha proyectos que apostaban por esta evolución y en poco tiempo se demostró que la artesanía tenía un papel clave en esta sociedad si era capaz de reinventarse y de trabajar en red atendiendo a los avances de la era digital y tecnológica y pudiendo dar respuestas claras.

"...El término "peligro de extinción" aplicado a la artesanía no me gusta. Pienso que la artesanía debe evitar mostrarse en público como una reserva natural. El artesano es un profesional del siglo XXI como cualquier otro, debe situar su sabiduría en el contexto actual (recuerdo una charla con Toni Cumella, que se interrumpió porque tenía que poner en marcha los hornos de cerámica a través del móvil)..."

Otras miradas sobre la artesanía, pág. 17

Uno de estos proyectos clave fueron "*Oficis Singulars*", en el que artesanos, diseñadores y artistas (entre ellos también joyeros) trabajaban en los talleres artesanos de Cataluña donde había cierta concentración de oficios ligados histórica y técnicamente a un territorio. Casos como el de Enric Majoral, Sara Domenech o Marc Monzó son un ejemplo (figuras 3.3, 3.4, 3.5 y 3.6):

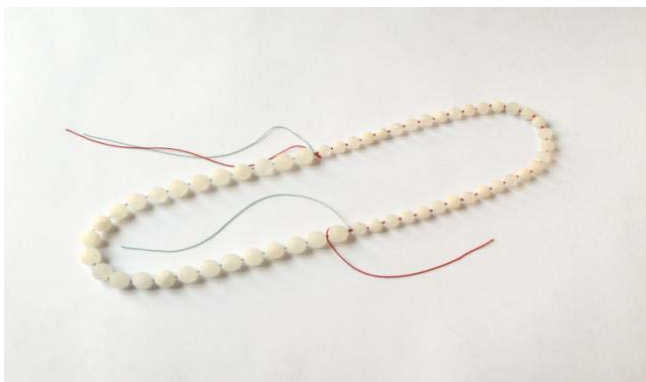


Figura 3.3 Las perlas de Sarral. Alabastro. Marc Monzó e Isidre Magre.



Figura 3.4 Collar lunar. Alabastro. Enric Majoral e Isidre Magre.



Figura 3.5 Aceitunas cerámica La Bisbal. Enric Majoral e Ivette Bazaco.



Figura 3.6 Piezas de palma de Enric Majoral y Sara Domenech y artesanas de La Llata El Perelló.

El caso de la joyería no es diferente al de la artesanía, como he expuesto en el libro digital "Ten years after studio r2": www.r2bcn.com/ten-years-after.html

"...En los últimos tiempos el sector de la joyería ha sufrido un cambio sustancial, pasando de una joyería vinculada al mundo del lujo a un elemento de expresión y de ornamentación corporal.

La joyería actual tiene multitud de oportunidades porque ha ampliado su abanico de lenguajes, técnicas y funciones: desde la producción mercantil con fines comerciales hasta la creación artística de autor. O las dos, como hacen algunos joyeros que tienen la capacidad de recorrer este largo y a veces contrapuesto recorrido..."

Ten years after studio r2, pág. 165

Y aquella joyería exclusiva para portadores con un poder adquisitivo alto ha pasado a ser una joyería de momentos de lujo para todo aquel que tenga sensibilidad para proponerla, adquirirla y llevarla, como expresa la crítica de arte Mónica Gaspar en el libro "Lujo Interior, Joyería Contemporánea Internacional ":

"...Un lujo interior cuando las joyas se convierten en vehículos portadores de metáforas que esconden una forma individual de ver el mundo. Piezas con un componente estético importante que apelan a los sentidos, pero que reclaman una implicación física y emocional del usuario... Con esta actitud, el creador de joyas pretende el predominio del individuo sobre la tecnología..."

Lujo Interior, Joyería Contemporánea Internacional, pág. 13

Esta realidad se está cocinando en las escuelas, los nuevos creadores están modelando su formación técnica y conceptual en centros de formación donde los límites los pone el propio creador y donde el hecho de crear debe ser un camino para la metodología del diseño, el discurso conceptual y el saber hacer en los talleres: pensar, organizar el pensamiento, extraer soluciones e implementarlas (figura 3.7).



Figura 3.7 Permanencia, Maria Sablotni, alumna de Grado en Artes y Diseño, *Escola Massana*.

Una evolución, transformación o modernización que ha de encontrar el equilibrio entre la tecnología y la naturaleza, como el Seminario bienal que lleva a cabo la *Escola Massana* "Joyería, Arte y Naturaleza en Serraduy" (más información en: www.esp.serraduyjans.es) donde el concepto de innovación viene ligado al de sostenibilidad, donde los alumnos salen del aula para confrontarse en la experimentación de técnicas y procesos (figura 3.8).



Figura 3.8 Seminario de Joyería, Arte y Naturaleza en Serraduy (Huesca). *Escola Massana*.

Porque la innovación no puede ser a cualquier precio, como Jesús Ángel Prieto proponía a IBERIONA 2009:

“...Proponemos maridar el concepto innovación con la idea de sostenibilidad. Innovar no puede conllevar destruir, ha de incluir la capacidad de sostener el mundo, de cuidar su capacidad para sobrevivirse, para heredarse. Y la innovación también supone un cambio de estado, un nuevo paradigma: supone preguntarse por la raíz de las cosas, de su función, del servicio que cumple, de la autenticidad que implica. La innovación de ayer, es la tradición de hoy...”

Iberiona 2009 www.iberiona.blogspot.com.es

Hablar de innovación implica trabajar en equipo, para poner en común visiones prismáticas, una evolución hacia el trabajo individual puede provocar un alto riesgo de aislamiento y autismo social.

La innovación es modernización y es actualización y pide nuevas infraestructuras e instalaciones de talleres 3D, el desarrollo tecnológico con la colaboración con centros tecnológicos o de investigación, el diseño de marca para facilitar la proyección local e internacional, la formación al sector de las nuevas herramientas digitales y tecnológicas, nuevos procesos, nuevos mercados, nuevos materiales y sobre todo nuevos lenguajes que permitan emocionar. Y esto no debe llevar a la desaparición de la artesanía sino a su redefinición.

Las conclusiones de la reflexión son claras: tanto el diseño, en su contribución para generar valor añadido a la artesanía, como la tecnología, son claves para poder evolucionar al ritmo de la sociedad de ahora.

Se trata de sacar el máximo partido, por medio de una renovación adecuada y una innovación responsable en el oficio del joyero que siempre deberá ir ligada a satisfacer los deseos y las ilusiones de las personas, los recuerdos, haciendo que las joyas cuenten historias, transmitan sentimientos y que provoquen o respondan preguntas.

Permitidme que os cuente una experiencia personal:

Con motivo de la celebración de los 50 años de un grupo de amigas que en el plazo de un año llegabamos a la cincuentena encargamos a Majoral una colección de 9 placas identificativas. Cada pieza realizada con técnicas artesanales y/o tecnológicas, debía explicar la personalidad de la persona receptora, a partir de la tipografía utilizada, la piedra que la acompañaba, el material, la forma...

Pero el destino estropeó la secuencia de celebraciones, y una de ellas, la número 8, sufrió una enfermedad terminal. Por voluntad de ella misma y antes de despedirse dialogó con Majoral para que crease una pieza que pudiera ser compartida. Majoral dio respuesta haciendo una pieza compuesta por 8 placas con el número 8 serigrafiado (figura 3.9). Ahora cada una de nosotras llevamos nuestro número y el número 8, en el recuerdo del círculo de la amistad.



Figura 3.9 Colección de 9 piezas " El círculo de la amistad", Enric Majoral.

En experiencias como ésta, para mí, está la respuesta a la nueva artesanía, a la nueva joyería.

3.2 ARTE Y JOYERÍA POR KLIMT02

Leo y **Amador** han seleccionado varios artículos publicados en **Klimt02** para entender qué es la joyería contemporánea explicada por los propios joyeros o artistas. Es una información extensa, por lo que transcribiré los aspectos más destacados para el tema que nos compete

y añadiré los enlaces para los interesados en leer los artículos completos (más información en anexo B).

Se entiende la joyería contemporánea como una disciplina artística donde la obra de arte contiene el concepto y el mensaje, y el valor del material se considera secundario. Es una disciplina artística, igual que cualquier otra, que al mismo tiempo refleja otras formas de arte. (*Concept Klimt02 On line http://klimt02.net/about/about_klimt02.php*).



Figura 3.10 Colección de anillos de karl fritsch en klimt02.net.

Durante más de cuarenta años, la experimentación en el campo de la joyería artística ha llevado a la ruptura de los límites tradicionales asociados al concepto de joyería y joyas (figura 3.10). Un cambio tangible de los valores, que comenzó a manifestarse a partir de los primeros años sesenta, cuando se reveló una joyería hecha por individuos que eligieron este

medio como una forma de arte y de lenguaje expresivo libre. (Artículo de Manuel Villena, *Semantics of the word "jewel"* http://klimt02.net/forum/index.php?item_id=931)

Joyería Contemporánea es un tipo de práctica entendida como el descendiente contemporáneo de una actividad de diseño basada en la artesanía que encuentra su origen en los talleres medievales. Esta definición hace hincapié en el pasado histórico de la joyería contemporánea, y encuentra antecedentes en los movimientos Arts & Crafts británico y estadounidense, el interés renovado a finales del siglo XIX de las habilidades manuales (como una última batalla contra la industrialización), y el surgimiento de movimientos radicales de la joyería en los años 60: subraya los conceptos de individualidad, la artesanía y su conflictiva relación con la corriente principal de la producción: tensa entre la alta joyería de la calle y el arte. Sabemos lo que no es, artefactos sólo fabricados para usar, y lo que quiere ser, la expresión del talento individual que reflexiona sobre la cultura contemporánea y a veces la influencia (figura 3.11).



Figura 3.11 Microrings, de Marc Monzo en klimt02.net.

Algunas características distintivas, sin embargo, parecen estar más allá de debate: el cuerpo humano como un área de trabajo general; una actitud abierta a los métodos y material que se hace eco de la agenda propia del arte, complicado por la noción de la portabilidad; el carácter distintivo que asociamos con la expresión individual y una emancipación de los bienes de consumo, con vocación de sólo satisfacer los deseos del consumidor. (Artículo de Benjamin Lignel, *What does Contemporary Jewellery mean?* http://klimt02.net/forum/index.php?item_id=7624).

3.3 DISEÑO Y JOYERÍA POR RAMON ORIOL

Cuando se habla de “diseño” ¿de qué se habla? (ver original en anexo C).

Una buena manera de comenzar, así lo hago en casi todas mis conferencias y clases de joyería y diseño, es clarificando qué entendemos por diseño.

El diseño tendría que ir acompañado de la palabra “industrial”, ya que un diseño es aquel objeto que está pensado para ser funcional y reproducible (figura 3.12). En el caso que una pieza no se pueda seriar industrialmente, nos estaremos refiriendo a una pieza única, más propia del ámbito de la artesanía o del arte.



Figura 3.12 Colgantes de la marca Tous.

Toda pieza única está concebida con unos criterios bien diferentes a la de un diseño industrial. Responde a unos conceptos, formas, materiales,... que dificultan su industrialización, porque ésta no es su finalidad.

Cuando hablamos de diseño en joyería nos referimos a aquellas joyas que están pensadas para que tengan una industrialización. Están diseñadas para que se pueda seriar, para que pueda tener un circuito comercial y para que sean llevables. El hecho de que la joya entre dentro de un mercado y sea cómodamente llevable no quiere decir que sea menos atractiva, nuestro repto, el de los diseñadores de joyería, será que aquella pieza esté bien diseñada y que responda a unos criterios estéticos y a unos conceptos técnicos que la hacen interesante como diseño y como pieza decorativa.



Figura 3.13 Colgante de Ramon Oriol

Un aspecto imprescindible para el diseño de joyas es sacar el máximo partido de la tecnología (figura 3.13), la cual puede ayudar a bajar el coste de la producción de la pieza y así hacer factible su industrialización. Actualmente las nuevas tecnologías facilitan mucho la fabricación a bajo coste, y por tanto el sector se está abriendo a nuevas posibilidades que facilitarán su desarrollo.

Se tiene que entender que un buen diseño pasa por haber pensado una solución adecuada para la fabricación y seriación de la pieza y, en esto, las nuevas tecnologías pueden ayudarnos mucho.

No tenemos que olvidar que en joyería siempre habrá una parte muy importante de manualidad, no hablamos de una silla o lámpara donde, según el caso, todo el proceso puede ser industrial; sino que hablamos de una joya, en la que se necesita de un porcentaje elevado de mecanizado manual.

A pesar de que se empieza a hacer uso de las nuevas tecnologías y los diseñadores de joyería cada vez están más preparados, todavía falta la relación entre el diseñador, la industria y el vendedor, básica para crear dinamismos dentro del sector.

La joyería en nuestro país ha estado muy vinculada a una tradición artesanal o artística, y se ha contemplado mayoritariamente como una disciplina artística, como aquella pequeña creación única más próxima a la escultura.

Algunas escuelas de joyería han potenciado con gran éxito toda una hornada de joyeros que tienden hacia esta línea de la joyería y no es malo, al contrario, está muy bien, pero nos quedaríamos cortos si solo explotáramos esta línea más artística.

Desde finales de los años setenta, con la incorporación al *FAD* de la agrupación de Orfebres, se intentó fomentar también esta línea de joyería donde se aplicara el diseño, con la intención de que la joyería estuviera más próxima del público general y al tejido industrial. La falta de demanda industrial y la poca oferta académica han hecho que hoy en día todavía quede mucho por hacer para que el diseñador de joyería sea una profesión estable y se cree escuela.

3.4 SINTESIS

Viendo estas tres posturas, entendemos que el esquema es mucho más complejo que simplemente tres parcelas delimitadas. Al fin y al cabo, siempre surgen sinergias que relacionan y vinculan la artesanía, el arte y el diseño. Lo que sí que puede quedar más definido son las intenciones de los joyeros, artesanos, artistas y diseñadores, a la hora de crear.

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. Y para el artesano, se trata de un proceso en el que plasmar su técnica y tradición (figura 3.14).



Figura 3.14 Esquema de los distintos estilos de joyería actual y sus características.

Comparto la opinión de **Gemma** cuando nos habla del cambio generacional dentro de la artesanía. Los nuevos artesanos ya se forman en disciplinas transversales: conceptos, diseño, sistemas de representación, etc. Pueden tener el mismo lenguaje que un diseñador y también pueden trabajar con mensajes y conceptos afines al arte.

Es a esta nueva generación a la que, de forma más directa, va dirigido este TFG. Personas con gran dominio de la técnica, el oficio y la tradición, con capacidades de innovación y adaptación en otros medios y lenguajes. Joyeros con la sabiduría del pasado, el conocimiento del presente y el interés por la innovación del futuro.

Como dicen Klimt02 en su artículo *Market, lies and websites: Klimt02 versus Klimt02* (http://klimt02.net/forum/index.php?item_id=953): *“Internet está en su prehistoria. Somos testimonio de algo que va a ser otra cosa en el futuro. Somos, en cierto modo, responsable de esto; lo que será en el futuro, cómo y cuándo esto ocurriría.*

Trabajar con los avances es la manera correcta de contribuir a esta pequeña historia. Estos conceptos están en el trabajo realizado por los joyeros y galeristas, en cualquier tipo de actitud o de trabajo y, por supuesto, en el mundo entero. Aquí tenemos un ejemplo que nos demuestra que, incluso cuando se habla de las nuevas tecnologías, lo que realmente estamos hablando es una forma actualizada basada en los principios útiles que siempre han ayudado a hacer las cosas bien.

Internet no es el fin, sino el camino. Internet no es la solución a nada. Internet nos permite adaptarnos, para avanzar y para mejorar la calidad de lo que ha sido siempre válido: conocer, informar, estudiar, hablar, pensar y disfrutar.”

Eso mismo es lo que mucha gente, entre la que me incluyo, creemos y defendemos. Las tecnologías son un avance, un medio para conseguir algo. Tenemos que adaptarlas y adaptarnos para que nos hagan la vida más fáciles, para que nos solucionen los problemas y nos aporten nuevas opciones y oportunidades de creación... de cosas que antes no éramos capaces ni de imaginar.

Haciendo un paralelismo con Klimt02, ellos se han basado en la tecnología de la comunicación para crear una red social internacional que engloba a toda la comunidad joyera, aportando nuevos recursos y conocimiento a todos sus miembros. Han utilizado los avances para mejorar su función: la difusión de la joyería contemporánea.

Las nuevas tecnologías de creación (impresoras 3D, entre otras) nos ofrece un nuevo recurso de fabricación. Si conocemos su funcionamiento, podremos adaptar nuestro diseño y así optimizar nuestro producto. Los joyeros podemos utilizar estos avances y aplicarlos en la realización de diseños y prototipos.

4.- TÉCNICAS BÁSICAS DE JOYERÍA

Para este trabajo he considerado necesario explicar los procesos tradicionales de fabricación de joyas, así como mencionar las herramientas y máquinas que se utilizan en un taller de joyería. No es mi intención nombrar todas las herramientas y procesos, ya que acabaría siendo un cúmulo de nombres y acciones tan específicas que no harían más que despistar al lector y general un glosario interminable.

La finalidad de esta introducción a las técnicas básicas de joyería es ser una primera toma de contacto con los procesos y herramientas que utilizamos los joyeros para realizar nuestras joyas, en ningún caso pretende ser un manual de aprendizaje para personas ajenas al oficio de joyería, pues este no es el cometido de este dossier.

Así pues, el objetivo de este apartado es tener una visión clara y general de cómo trabaja un joyero tradicional en su mesa de joyería (figura 4.1) y poder facilitar al lector la comprensión del desarrollo de este trabajo.



Figura 4.1 Mesa de joyero del taller de joyería de la **Escola d'Art del Treball**.

4.1 ALEACIÓN

En joyería se trabaja con metales preciosos: oro, plata, paladio... Estos metales se utilizan en una aleación concreta, que conocemos como ley del metal. La aleación más utilizada en oro es la de 18 quilates (750 milésimas partes de oro fino). La otra parte suele ser de plata y cobre a la misma proporción. Si esta proporción no es del 50%, se consiguen colores y

durezas diferentes. A mayor cobre, el color es más rojizo y el metal más duro; en cambio, a mayor proporción de plata, el oro se vuelve más verdoso y más blando.

La aleación del oro blanco se consigue con 750 milésimas de oro fino y 250 milésimas de paladio, plata y níquel. Este metal tiende a un color gris amarillento pálido, por lo que comercialmente se suelen encontrar las joyas con un acabado de baño electrolítico de rodio, que tiene un color gris blanquinoso.

La plata de ley, de 18 quilates, contiene 925 milésimas de plata fina y 75 de cobre puro. Normalmente se trabaja con aleación de 930 Ag, para asegurarnos que la joya que realizamos mantiene la ley a pesar de las soldaduras, que son de una proporción más baja de plata (figura 4.2).



Figura 4.2 Granalla de plata fina para poder hacer la aleación.

4.2 RECOCIDO

El trabajo mecánico que se lleva a cabo sobre el metal produce endurecimiento del mismo, si continuamos manipulándolo, podemos llegar a generar grietas e incluso rotura. Para evitar que el metal se fracture necesitamos recocerlo, que es el proceso de calentamiento mediante el cuál el metal consigue recuperar la ordenación cristalina inicial, para volver a ser dúctil y maleable.

Cada metal tiene una temperatura y un tiempo idóneos. Es importante observar el color rojizo que alcanza el metal al ser recocido, esto limitará prolongar la exposición al calor del soplete, evitando fundir el metal.

4.3 DECAPADO

Tras el proceso de recocido, fundido o soldado, la pieza que ha entrado en contacto con el oxígeno del soplete genera una capa de óxido derivada básicamente del cobre de la aleación. Para eliminar este óxido, se introduce la pieza en una disolución llamada blanquimiento (figura 4.3). Tradicionalmente se utilizaba una disolución al 20% de agua y ácido sulfúrico, aunque actualmente ya se cuenta con sales menos nocivas para la salud.



Figura 4.3 Recipiente de pirex con la disolución para decapar sobre hornillo para trabajar en caliente.



Figura 4.4 Laminadora manual para plancha en primer termino y eléctrica al fondo.

4.4 LAMINADO DE PLANCHA

Con el fin de conseguir planchas de diferentes groesos, se utiliza la laminadora, que puede ser eléctrica o manual (figura 4.4). Su funcionamiento consiste en pasar el metal a través del espacio que queda entre dos rodillos de acero que giran. Con la manivela superior se va cerrando este espacio, para ir así afinando el grueso de plancha.

Durante este proceso es imprescindible ir recociendo y decapando el metal, ya que con la presión de la laminadora se endurece el metal y tenemos que conseguir que siga siendo maleable.

4.5 TREFILADO DE HILO

También existe la laminadora de hilos, que genera un hilo de sección octogonal no regular. Para obtener un hilo con una sección precisa, se utilizan la trefiladora o el banco de estirar y

las hileras de acero con agujeros de los perfiles en degradación. En este proceso se tiene que recocer cada varios agujeros para que el metal se mantenga dúctil.

4.6 EMBUTIDO

El embutido es una operación de deformado de láminas de metal que se usa para dar volumen y crear formas huecas más complejas. Se realiza colocando una lámina de metal sobre la cavidad de un dado de embutir y empujando el metal hacia la cavidad de éste con un embutidor golpeado por una maza o martillo de nylon (figura 4.5). La plancha tiene que estar recocida, para que así la deformación del metal sea mayor.

También se puede embutir en un dado de canales, sobre un saco de arena o un bloque de madera resistente.



Figura 4.5 Dado de embutir, embutidores y martillo de nylon.

4.7 CALADO

Consiste en cortar el metal, ya sea la silueta exterior, como partes de material en el interior. Para este proceso se utiliza el arco de joyero y los pelos de sierra, que se encuentran de diferentes groesos. Se tiene que adaptar el grueso de la sierra al trabajo que queramos realizar y al grueso de plancha que tengamos. La distancia entre los dientes de la sierra no puede ser mayor al grueso de la plancha, ya que esto provocaría que la sierra se trabe y acabe rompiéndose.

Se trabaja con la sierra perpendicular al metal y la orientación de los dientes de la sierra es hacia abajo, por eso el joyero corta la plancha cuando realiza el movimiento descendente del arco, eliminando el material con el paso de la herramienta.

Para realizar un calado interior, primero se hace una perforación con una broca delgada dentro del metal que queremos extraer. El pelo de sierra se introduce por este orificio y luego se fija al arco bien tensado.

4.8 SOLDADURA

Mediante la soldadura conseguimos unir dos piezas de metal. En la gran mayoría de las veces estas partes son del mismo metal.

Para este proceso se necesita un soplete de gas con regulador de llama para adaptar a las necesidades de la operación, el gas en combustión con el oxígeno del aire proporciona la temperatura necesaria para fundir la soldadura. La soldadura es una aleación más baja del mismo metal, por lo que su punto de fusión es inferior, fundiéndose antes que el metal a unir.

Las piezas a unir tienen que estar limpias y en contacto. Se colocan sobre un ladrillo refractario y se les aplica el fundente (bórax) para facilitar la fusión de la soldadura y evitar las oxidaciones. Se colocan trocitos de soldadura en contacto con los puntos a soldar y se aplica la llama del soplete. Cuando el metal de la soldadura se funde, pasa a estar en estado líquido y fluye por toda la línea de unión, obteniendo una unión perfecta por capilaridad.

Tras el proceso de soldar tenemos que decapar la pieza, ya que la superficie se ha oxidado.

4.9 LIMADO

Es el proceso de desbastado del metal. Se utilizan limas de diferentes secciones y groesos. Las de grano más grueso eliminan más material y dejan marcas más profundas, por lo que será más difícil dejar una superficie sin señales con el esmerilado.

Las secciones de las limas se adaptan a la superficie de trabajo. La más utilizada es la de media caña, ya que podemos utilizar la parte plana para superficies rectas y la parte semicircular para superficies curvadas.

Los limatones son limas más pequeñas que se encuentran en diferentes gramajes y formas muy diversas. Sirven para rectificar las marcas de la lima y para llegar a partes que con la lima es imposible.

4.10 ESMERILADO

El esmeril es una hoja de material abrasivo a base de corindón que se encuentra en diferentes granos numerados. El número más alto es el más fino. Normalmente se trabaja con tres granos diferentes, por ejemplo esmeril de 240 (grueso), 650 (medio) y 1.200 (fino). Este papel se puede poner sobre unos listones de madera para hacer de soporte y utilizarlos manualmente como si fuera un lima. También se pueden enrollar en un mandril de acero y trabajar mecánicamente con un micromotor de revolución.

Este papel se utiliza para sacar todas las marcas que puedan haber provocado las limas y los limatones. Por ello, se esmerila la superficie en dirección opuesta a la de las marcas. Una vez pasado el esmeril de gramaje más grueso por toda la superficie eliminando los surcos producidos por el desbastado, se pasa el esmeril medio hasta eliminar todas las marcas del esmeril grueso. Por último se pasa el esmeril de grano fino, que dejará la superficie preparada para el acabado final.

4.11 ACABADOS

El acabado más común es el pulido, que hace que la joya brille y resalte la luminosidad del metal y de las gemas, si es el caso.

El pulido se realiza con el motor de la pulidora (figura 4.5), discos de desbaste de fieltro, cepillos o borregos y pastas de desbastar y dar brillo.



Figura 4.5 Pulidora.

El proceso del pulido tiene dos etapas: la primera es de desbaste, donde se utilizan los fieltros y cepillos con la pasta de desbastar para sacar las líneas provocadas por el último esmeril; la segunda es la de abrillantado, donde se da brillo utilizando los discos de borrego y algodón con la pasta de brillo.

Otros acabados del metal, utilizados más en la joyería contemporánea, son los matizados y satinados, que se consiguen con diferentes materiales como la tosca, estropajos, arenados, fresas de punta de diamante, fresas de carborundo y un largo etcétera.

4.12 MICROFUSIÓN

El proceso de microfusión o fundición a la cera perdida se realiza para conseguir un modelo en metal a partir de un original en material calcinable: cera, madera, plástico...

Explico con más detenimiento este proceso, ya que se utilizará en todas las piezas realizadas en impresoras 3D, pues, como explicaremos más adelante, la impresión directa en metal todavía es una realidad no palpable en este sector. Actualmente, muchos de los procesos tecnológicos (impresión, corte láser, fresado...) pasan por necesitar el proceso de microfusión o creación de moldes vulcanizados (de caucho o silicona para inyectar cera fundible y seriar la pieza).

Si partimos de modelos calcinables, el primer paso es montar el árbol. Cada pieza tiene un bebedero, que se suelda al tronco central a 45°. Es muy importante que las piezas no entre en contacto entre sí. El montaje empieza desde la parte superior hacia abajo, donde se colocan las piezas más grandes o pesadas.

Una vez montado el árbol, se pesa para hacer el cálculo que cuanto metal se necesita. El peso específico de las ceras suele ser próximo a 1, por lo que el peso total se ha de multiplicar por la densidad de la plata (10,5) o del oro (15,5 el oro de 18 quilates). A la cantidad resultante se le suele añadir unos 15-20g para cubrir la parte correspondiente al cilindro.

Cuando ya tenemos el metal listo, 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. El revestimiento se prepara mezclándolo con agua destilada y desionizada, a una temperatura de 20° aproximadamente. Si la temperatura es mayor, el

tiempo de fraguado se acorta. El tiempo normal es de unos 8-10 minutos desde que se vierte el revestimiento en el agua hasta que comienza a fraguar.

Se bate para que desaparezcan los grumos, evitando generar burbujas. Rápidamente se introduce la mezcla en una bomba de vacío para extraer el aire y con sumo cuidado se vierte el revestimiento en el cilindro sellado que contiene el árbol en su interior. Se introduce el cilindro en la bomba de vacío y se aplica un segundo vaciado de aire. Se deja un par de horas para que fragüe totalmente antes de quemar los cilindros. Para ello, se coloca en un horno para eliminar la cera con una curva de calor programada para en una primera fase eliminar la humedad y seguidamente licuar 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 de reposo, 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 (figura 4.6).



Figura 4.6 Árboles de fundición de plata y de latón.

4.13 MOLDES

Si queremos hacer una seriación de una pieza, podemos hacer un molde a partir de una pieza de metal, ya sea en caucho o en silicona. 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 que puede variar entre un 3 y un 11%, dependiendo del proceso y materiales que se empleen.

Se tiene que añadir un bebedero al modelo, de un grueso que permita fluir el líquido por él y con un ángulo de entrada adecuado.

Se puede utilizar siliconas frías, que se mezclan con un catalizador, sin necesidad del proceso de vulcanizado por calor. Este tipo es ideal para objetos frágiles o que no acepten las temperaturas del vulcanizado. Si el modelo es de metal, podemos utilizar cauchos y siliconas vulcanizables sin ningún problema.

Una vez realizado, se abre el molde para poder extraer el modelo. Se utiliza un bisturí y siguiendo la entrada del bebedero se va cortando todo el perímetro en zigzag, con la intención de que al volverlos a unir para inyectar la cera, encajen perfectamente (figura 4.7).

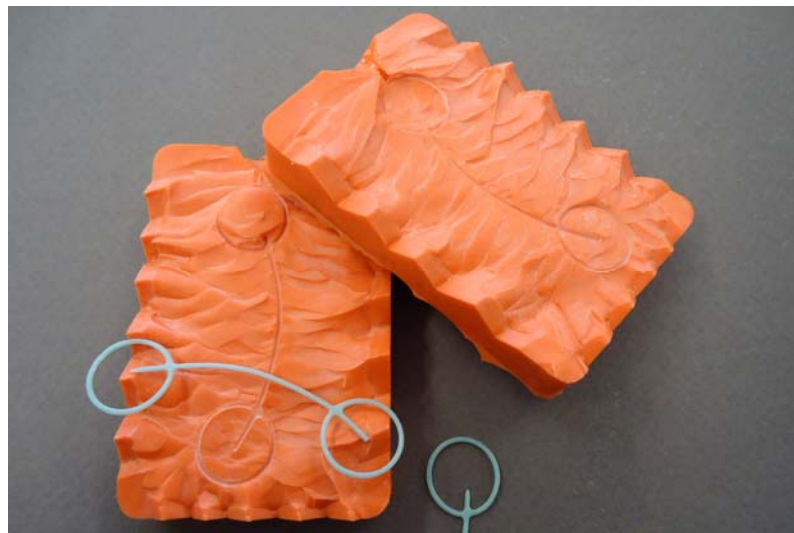


Figura 4.7 Molde de silicona abierto con el modelo en cera inyectada.

Extraído el modelo, se vuelven a unir las dos mitades del molde y se inyecta cera. Transcurridos unos minutos, se abre el caucho y se extrae la cera inyectada, que se puede unir directamente al árbol de fundición por el bebedero. Esta operación se puede repetir consecutivamente para conseguir un número de piezas iguales.

5.- TECNOLOGÍA APLICABLE A LA JOYERÍA

Es difícil intentar plasmar el estado actual de la tecnología, sin que te aceche el temor a quedar obsoleto antes de acabar de escribir estas líneas. En realidad es tal la evolución y avance tecnológico que se está dando en estos momentos que cuesta estar al día de las últimas novedades o decidirse a comprar una máquina, sabiendo que en breve saldrán versiones mejoradas de ella.

Así pues, lo que pretendo en este apartado es explicar parte de toda esta 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. En concreto, baso mi investigación en el contexto geográfico en el que me encuentro, pues cierto es que en otros países pueden existir máquinas de más precisión o que consigan trabajar directamente en metales preciosos, pero el coste que supone este trabajo y el envío de las piezas resultantes hacen que sea inviable como alternativa para un joyero de aquí.

5.1 SOFTWARE

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.

5.1.1 SOFTWARE 2D

Los dos programas más utilizados actualmente son *Adobe Illustrator* y *CorelDRAW*.

Adobe Illustrator trabaja en formato **.ai** y actualmente tiene más adeptos. El hecho de ser de la familia *Adobe* y tener una iconografía y superficie de trabajo similar al *Adobe Photoshop* hace que muchos diseñadores lo elijan por la facilidad del uso, además del ahorro económico que supone comprar el paquete *Adobe* que incluye todos los programas.

CorelDRAW trabaja en formato **.cdr**, que es directamente compatible con las máquinas de corte y grabado láser. Es importante que todo el trazado esté convertido a curvas, es decir, si por ejemplo decidimos introducir texto, tendremos que definirlo como curva para que la máquina entienda qué trazado tiene que grabar o calar.

5.1.2 SOFTWARE 3D

3D Studio Max fue uno de los primeros programas que se usaban para el modelado de objetos. Actualmente se utiliza para proyectos de animación y videojuegos, todo y que también hayan otras opciones como *Unity 3D*, entre otros muchos.

En el sector de joyería es *Rhinoceros* el más extendido. Su facilidad de uso y su precio lo hacen accesible y es con el que se trabaja actualmente en la mayoría de escuelas de joyería. Existen plugins específicos para el sector joyero: *Rhinojewel*, *Rhino Gold*, *Matrix*... Estas aplicaciones hacen más fácil su utilización, ya que cuentan con formas de anillos ya predeterminadas, las diferentes tallas de las gemas, la paleta de colores está inspirada en los metales nobles, etc.

Rhinoceros cuenta con su propio render, pero no es muy avanzado, así que se suele utilizar programas de renderizado adicionales: *Brazil*, *Flamingo*, *V-Ray*, *Maxwell*...

3Design es un programa que empieza a tener auge en el mundo de la artesanía, porque se trabaja de forma muy intuitiva, incluso es apto para personas que no tienen gran experiencia en programas de diseño digitales. Cuenta con un plugin llamado *3Shaper* que permite modelar formas más orgánicas y trabajar con mallas como si estuvieras modelando una escultura de barro. El render que incorpora tiene bastante calidad, aunque se puede complementar con la aplicación *Deep Image*, obteniendo resultados equiparables a *Maxwell* o *V-Ray*.

El inconveniente de *3Design* actualmente es su precio, que sigue siendo muy elevado para ser una inversión de un pequeño taller, en cambio es una opción muy acertada para empresas con mayor liquidez y proyección.

5.1.3 PROGRAMARIO LIBRE

Como se ha podido ver hasta ahora, las opciones de aplicaciones para realizar diseños digitales son incontables, así que sabiendo que hay muchas opciones para elegir me gustaría destacar una en particular por tratarse de un programa libre, es decir, gratuito. Se trata de *Blender* que está teniendo una gran (r)evolución, ya que el número de personas que lo utilizan va en aumento exponencial. Es compatible con todos los sistemas operativos (*PC*, *MAC*, *Linux*...). Como la mayoría de los software 3D, puede hacer videos, animación y se puede editar sonido. Todas estas posibilidades no son muy necesarias para el contexto en el que nos encontramos, pero sí que es de destacar que al tratarse de un programa libre, podemos trabajar con él de forma gratuita desde cualquier ordenador.

Uno de los principales problemas con los que se encuentran los estudiantes de diseño es que en las instalaciones de los centros educativos sí que cuentan con dispositivos de trabajo con las licencias legales para trabajar con todo este tipo de programas de los que hablábamos, pero el alumno no puede permitirse pagar estos permisos, con lo que no puede disponer de ellos en su ordenador personal de trabajo y así poder profundizar en su aprendizaje.

Creo que estamos en una nueva era donde la tecnología hace posible la comunicación y posibilita compartir con la sociedad en unos parámetros impensables hace años. Por suerte mucha gente cree que es el momento de compartir conocimiento con la finalidad de conseguir metas aun mayores y no sólo pensar en la parte lucrativa. Surge con fuerza la gente que trabaja bajo las licencias *creative commons*, derechos de autor que permiten ciertos derechos básicos como copiar, distribuir, exhibir y representar la obra y hacer obras derivadas siempre y cuando se reconozca y se cite la obra de la forma especificada por el autor (más información en: es.creativecommons.org/blog/)

5.2 MAQUINARIA

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.

En este apartado no pretendo hacer propaganda de empresas ni distribuidores, pero para ilustrar las explicaciones me veo obligada a elegir ejemplos representativos de las máquinas que explico. De todas formas intento dar más importancia al proceso y a las ventajas que tiene una tecnología para conseguir unos acabados o formas concretas. Como en todo, lo importante es conocer cómo funcionan las cosas, para adaptarte y saber sacar el mayor partido de las circunstancias, para conseguir un resultado óptimo con los recursos disponibles.

5.2.1 FRESADORA

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 posteriormente hacer un molde de silicona o caucho que se podrá inyectar de cera tantas veces como necesitemos reproducir el modelo.



Figura 5.1 Fresadora de precisión desktop y scanner 3D **Roland** Modelo *MDX-20*.

Diferenciamos dos partes importantes (figura 5.1): por un lado está el eje de corte, suele ser un eje vertical con movimiento en el plano XY que trabaja bajando en el plano Z. En él se encuentra la herramienta de desbaste, que puede ser una cuchilla o fresa de acero que es la que va comiendo el material sobrante, para obtener el diseño de la joya. El bloque de cera se deposita en la base o soporte. Esta base puede ser plana o cilíndrica para adaptarse a los anillos. En cualquier caso, esta parte ha de tener la capacidad de giro para conseguir que la herramienta llegue a todas las caras del material a fresar.

En este enlace www.youtube.com/watch?v=L1oB_MrA_IE se puede ver el proceso de fabricación de un anillo a partir de un bloque de cera en una fresadora de la compañía *Roland*. En él se constata que uno de los problemas de este proceso es la limitación del eje de desbaste, que al no girar, sólo interviene en el plano XZ de la figura, con lo que necesitas hacer un segundo paso si hay una decoración lateral y colocar el bloque en otra posición (en el caso del video lo hace en el soporte del torno) para poder así acabar la pieza. Con este proceso se tiene que tener mucha precaución para ajustar bien la pieza en las coordenadas, ya que si no la herramienta puede incidir en el bloque en una posición desplazada con respecto al diseño.

5.2.2 LÁSER

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.

Para joyería, como ya explicaba anteriormente, se pueden utilizar dos alternativas bastantes asequibles. Se puede hacer el grabado o calado en metal blando para después hacer un molde de caucho o silicona que sirva para inyectar cera y poder reproducir el modelo repetidas veces. Si lo que se pretende es una única pieza, se puede hacer el proceso en metacrilato (figura 5.2), ya que es un material calcinable que se puede fundir directamente y su acabado es bastante bueno. Si se hace en madera o aglomerados el acabado superficial del metal tras la fundición es muy poroso y puede que no nos interese en nuestra joya.



Figura 5.2 Anillos de metacrilato calados mediante el proceso de corte láser.

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 noble, se pueda dar volumetría, curvando o embutiendo el metal bien recocido.

5.2.3 IMPRESORAS 3D

Existen dos tipos de impresión 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. Se puede ver todas las fases de este proceso en el siguiente video, <http://youtu.be/tEYhdphEfxE>, cedido por **Pepi Medina** en el que se ve como se imprimen 3 piezas con la máquina de impresión 3D Solid Scape T66BT, de la empresa **Techjewel-Protojewel**.

La calidad de los acabados de estas piezas depende del grueso de la capa depositada. A menor micras, mayor calidad, lo que conlleva un mayor tiempo de fabricación aumentado el precio final de la pieza.

También las hay que imprimen a través de depositar hilo de material. Este proceso lo descarto para la fabricación de joyas, ya que el acabado de las piezas es muy tosco si tenemos en cuenta las pequeñas dimensiones de nuestros productos.

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 (figura 5.3). 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. En este proceso no es necesario material ni estructura de soporte.

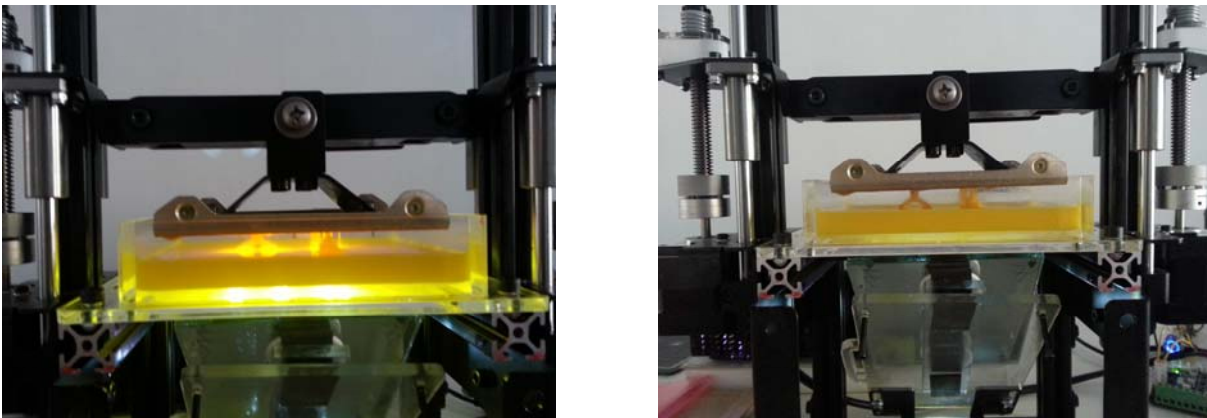


Figura 5.3 Proceso de impresión mediante fotopolimerización (DLP) de **Stalactite**.

En la jornada “*Diseño y 3D printing: nuevos campos de aplicación*”, organizado el día 19 de marzo de 2014 por el *Museu del Disseny de Barcelona*, se mostraban las últimas novedades en la materia (más información en el anexo D). Allí pude conocer al equipo de **Stalactite**, un grupo de jóvenes ingenieros y diseñadores catalanes que lanzaban un nuevo proyecto: *Stalactite 102 High definition*, impresora plegable DLP.

Tras este primer contacto, establecimos comunicación y acordamos colaborar mutuamente en nuestros proyectos. Ellos consideraban que uno de los sectores potenciales de su impresora era la joyería, ya que por la calidad de impresión y por lo compacta que es la máquina la hace una de las mejores opciones para un pequeño y mediano taller de joyería o para escuelas. En esta fase previa al lanzamiento necesitaban hacer pruebas para testar la calidad de formas y formatos reales. También necesitaban solucionar el tema de la fundición en metal y comprobar que el proceso de mecanizado posterior de la pieza es mínimo, dado que la definición del proceso es muy alta, ya que trabaja con una gran resolución en la pieza que imprime.

Por mi parte, ya había trabajado con máquinas de deposición de ceras, principalmente con las de dos componentes. Me parecía que realizar los prototipos para este TFG con este proceso sería más adecuado, dado que las máquinas de FDM de una calidad apta para joyería rondan sobre los 20.000-50.000 €, algo totalmente imposible de asumir en un taller pequeño de joyería, y mucho menos en una escuela sustentada por fondos públicos. En cambio, *Stalactite* podía ofrecer una calidad adecuada para joyería a un precio de entre 2.000-3.000 €, una inversión más realista y factible para el joyero.

Stalactite 102 (figura 5.4) trabaja con un proyector, de los de uso convencional para proyectar imágenes a través de un ordenador, que con su haz de luz solidifica la resina líquida. La bandeja de soporte asciende para generarse la siguiente capa. El grosor mínimo de esta capa es de hasta 25 micras. Trabaja con dos calidades DPI: normal de 100 micras y fina de 50 micras. La superficie de trabajo es de 102 x 76.8mm y una altura de 180mm.

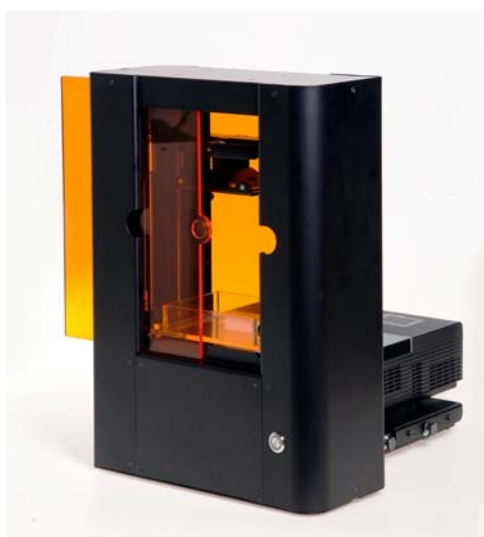


Figura 5.4 **Stalactite 102**, impresora 3D mediante DLP.

La compañía ha lanzado 4 tipos de resinas (figura 5.5) con propiedades diferentes:

ESTANDAR: resina para necesidades generales de impresión 3D.

PROTOTIPOS: material que tiene propiedades similares a ABS o plástico de nylon.

ELÁSTICO: resina elástica y flexible.

WAXY: con propiedades similares a la cera de fundición. Obviamente éste es el material más adecuado para la joyería, ya que el modelo que imprimes en 3D lo puedes fundir directamente en metal noble con el proceso de la microfusión, obteniendo inmediatamente la joya.



Figura 5.5 Diferentes tipos de resina de **Stalactite**.

El equipo de **Stalactite** destaca de esta máquina su resolución, ya que con el proceso de luz directa pueden conseguir un detalle de 50 micras, que es una mejora de seis veces en comparación con otras impresoras láser 3D que están limitadas por la geometría del haz láser (diámetro del puntero, variando la forma, el enfoque y la velocidad de trama). Otra gran ventaja es el ahorro de tiempo, ya que indiferentemente al tramado o densidad de los objetos a crear en la superficie de trabajo, la duración de impresión depende únicamente de la altura (eje Z) de las piezas. Esto se entiende porque cada capa del plano XY es solidificada al mismo tiempo por el haz de luz, con independencia de la cantidad de materia que se tiene que solidificar. Tampoco tiene tiempo de rastreado o movimiento del puntero, como es frecuente en la tecnología FDM, tinta de inyección e impresiones láser 3D.

La máquina se adquiere con el software de impresión, al que se importa el archivo **.stl** (el formato de los archivos 3D para imprimir) generado en algún programa de creación y diseño

3D, vistos anteriormente. Con este software se configura la calidad de la pieza (figura 5.6). Al seleccionar el material se puede calcular el coste de la impresión y hacer una estimación del tiempo.

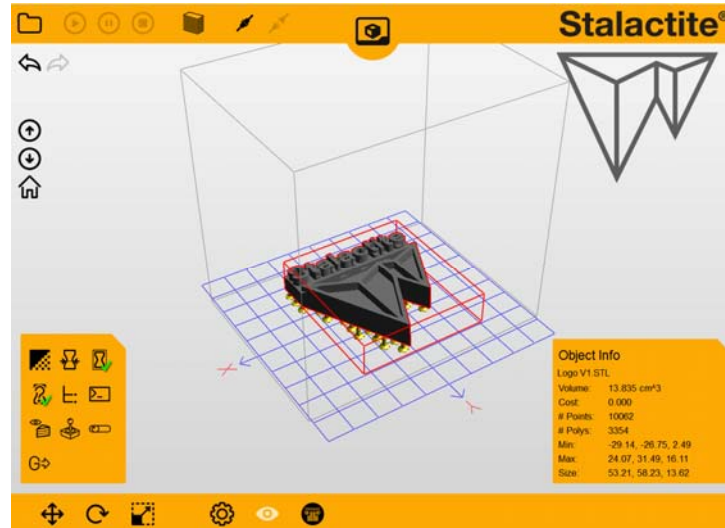


Figura 5.6 Software de impresión de **Stalactite**.

El equipo de **Stalactite** lanzó el 23 de abril de 2014 (coincidiendo con mi proceso de gestación de este TFG) una campaña de financiación crowdfunding a través de la plataforma virtual Indiegogo, para obtener la liquidez suficiente para poder fabricar y distribuir este producto. www.indiegogo.com/projects/stalactite-3d-hd-printer--2#home en este link se puede ver su campaña de presentación.

6.- COMPARATIVA ENTRE PROCESOS

Una vez explicadas las técnicas tradicionales de fabricación de joyas y la tecnología actual de la que podemos hacer uso para ayudarnos a la realización de piezas de joyería, he considerado adecuado plantear una comparativa de las diferentes formas de trabajo que podemos realizar para obtener el mismo resultado.

Para esta comparativa, ilustro con ejemplos del Proyecto Final de Ciclo de **Pepi Medina**, alumna de la *Escola d'Art del Treball*, en el que he ejercido de tutora. En él se realiza un ejercicio de calado a partir de una imagen figurativa, para reconocer la fidelidad al dibujo. En este caso, la joyera ha elegido la fotografía de su perro (figura 6.1) como diseño de partida para realizar una chapa de plata en la que con el juego del vaciado se visualice la imagen. Éste es uno de los primeros ejercicios que se suelen hacer en las escuelas de joyería, para adquirir destreza empuñando el arco y la sierra.



Figura 6.1 Fotografía a partir de la cual se harán los calados.



Figura 6.2 Imagen de partida para realizar el calado en el metal. Las áreas negras serán las caladas y las blancas el metal restante.

Para que una imagen sea válida para el proceso, se trabaja con dos colores que representan qué es metal y qué es vacío. En el caso que mostraré, el blanco es el metal y las manchas negras son las partes de metal a extraer: el calado (figura 6.2). Es importante que toda la superficie de metal esté en contacto con más metal. Un error de principiante es querer hacer un calado donde quede metal en el interior, levitando!

En esta comparativa, se ha realizado el mismo ejercicio con 4 procesos diferentes: calado tradicional en el taller de joyería, fresado sobre metal blando (peltre), calado láser sobre

metacrilato e impresión 3D en cera. Pasamos a analizar cada una de las pruebas y valoramos las ventajas e inconvenientes del proceso.

6.1 CALADO TRADICIONAL

Con este proceso se parte de un dibujo sintetizado de la imagen, que puede ser digital o trazado a mano alzada. Se traspassa a la plancha de metal mediante calco y se cala introduciendo la sierra por las perforaciones hechas en las superficies a descartar.

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 (figura 6.3).



Figura 6.3 Pieza de plata, calada con la sierra.

La herramienta de corte se puede adaptar a las partes a calar. Normalmente se trabaja con sierras de 3/0, pero se podría utilizar una de 5/0 ó 7/0 para trazar calados más delgados. En este sentido se podría decir que no hay limitaciones en cuanto al diseño porque el operario y la herramienta se pueden adaptar al diseño.

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.

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 ello sería más apropiado hacer un molde de caucho o silicona del primer modelo, realizado en una plancha sutilmente más gruesa de lo necesario, teniendo en cuenta la contracción posterior y para tener margen para esmerilar las

superficies. A partir del molde se pueden inyectar el número de ceras necesarias para la seriación y, mediante la fundición a la cera perdida, obtener las piezas necesarias, a las que tendríamos que cortar las coladas y repasar con esmeril la superficie. En este proceso el modelo original se descarta para la seriación. Normalmente los modelos se hacen en cobre o latón, metales duros y más económicos, y son piezas que se guarda para poder realizar un nuevo molde si fuera necesario en un futuro.

6.2 FRESADO SOBRE METAL BLANDO (PELTRE)

Para este proceso 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 y hace que se necesite una herramienta más dura y un tiempo mayor de trabajo. Todo esto hace inviable que se realice el trabajo directamente en plata, pues es imposible asumir los costes en el precio de mercado de la pieza final. Por ello, 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 (figura 6.4), un fresado total produciendo el calado y otro menos profundo, haciendo un grabado texturizando la superficie desbastada.



Figura 6.4 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 texturada.

Si nuestro objetivo es obtener una pieza final en plata, como en el primer ejemplo, necesitamos hacer un molde en caucho de esta pieza para después hacer la inyección de cera y la microfusión. Para ello tendremos en cuenta todas las anotaciones especificadas en apartados anteriores.

Así pues, 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.

6.3 CALADO A LÁSER SOBRE METACRILATO

Este proceso es muy similar al anterior, la diferencia radica en que el metacrilato es calcinable, es decir, que se puede fundir sin necesidad de hacer molde, lo que nos permite ahorrar tiempo y dinero.

Se parte también de la imagen digitalizada, que posteriormente se cala en una placa de metacrilato (figura 6.5). En joyería trabajamos con gruesos muy finos, en algunas ocasiones por debajo del milímetro. No siempre se encuentran metacrilatos tan delgados y si los hay, se ha de tener en cuenta que es un material duro pero frágil, es decir, que puede romperse si las partes son muy delgadas o no se manipula con precaución.



Figura 6.5 Pieza de metacrilato calada a láser y posteriormente fundida en plata.

Si se quiere realizar una serie de piezas iguales, se ha de valorar el sistema de reproducción. Puede ser con el sistema ya conocido de hacer un molde a partir de la pieza original de metacrilato; o puede ser que se calen con láser tantas piezas como necesitemos

y se haga la microfusión de todas ellas. Para valorar cual de las dos opciones es más rentable, se ha de valorar la complejidad del diseño y el tiempo de trabajo de la máquina láser. Dependiendo del proyecto y el número de piezas repetidas que se necesiten se tomará una decisión u otra.

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.

6.4 IMPRESIÓN 3D

La imagen de partida ha de ser una imagen tridimensional en formato **.stl**. Si partimos de una imagen 2D, se puede importar en un programa de diseño 3D y extrusionarla una altura igual al grueso de la plancha que buscamos (figura 6.6).

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. De todas formas, es interesante incluirla en este apartado para completar la comparativa de procesos.



Figura 6.6 Dibujo en 3D para generar el archivo **.stl**.



Figura 6.7 Impresión en cera mediante impresora 3D.

La exactitud del calado es total y el proceso de fundición es muy limpio ya que se realiza en una cera calcinable (figura 6.7), obteniendo unas superficies lisas y sin poros. Si se quiere hacer una seriación, lo mejor es hacer un molde de esta primera pieza fundida, ya que la repetición de la impresión varias veces supone un coste muy elevado, tanto económicamente, como en tiempo.

Como ya comentaba, en este caso el coste del proceso no es rentable, si lo comparamos a otros procesos, debido a la simplicidad de su forma. Lo interesante de este proceso es que se pueden conseguir formas tridimensionales complejas con gran exactitud en las que sí nos ahorran mucho tiempo y esfuerzo en el taller.

6.5 TABLA RESUMEN

En este cuadro sintetizo todo lo explicado previamente para verlo de una forma clara y concisa, ayudando a ver cuál es la mejor opción según las condiciones y requisitos de nuestro proyecto: tiempo que disponemos, pieza única o una seriación, etc.

CALADO	CALADO TRADICIONAL	FRESADO EN METAL BLANDO	CALADO CON LÁSER	IMPRESIÓN 3D
IMAGEN INICIAL	Trazado a mano alzada	Archivo .cdr	Archivo .cdr	Archivo .stl
MATERIAL DE TRABAJO	Plata	Peltre	Metacrilato	Cera calcinable
TALLERES NECESARIOS	Joyero	Fresador Molde Fundidor Joyero	Láser Fundidor Joyero	Impresión Fundidor Joyero
TIEMPO DEL JOYERO	100'	20'	25'	10'
TIEMPO DE OTROS TALLERES	-	15 días	8 días	10 días
IDEAL PARA	Pieza única	Seriación	Pieza única + seriación	Pieza única + seriación
PRECIO FINAL	38 €	42 €	28€	35 €
CALIDAD DE LOS ACABADOS EN PLATA	*****	****	****	*****

7.- EN LAS ESCUELAS

Pasemos ahora a revisar el estado de la formación de este oficio. Actualmente la titulación superior con mayor reconocimiento oficial es el Ciclo Formativo de Grado Superior en Joyería Artística, que en Cataluña se rige por el **Decreto 15/1999** (anexo E). Se está haciendo una campaña desde diferentes escuelas de arte para conseguir que el Ministerio de Educación y Ciencia conceda la implantación experimental del *Grado en Diseño de Joyería y Producto* en las *Escuelas de Arte Superiores y de Diseño*, lo que nos equiparía en titulación y formación al resto de ciudades europeas, donde son estudios universitarios de 4 años. Pero en este momento la mayor distinción educativa en España es la de Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño en Joyería Artística, un ciclo de 2 años.

En el decreto se recoge la estructura y distribución horaria de los diferentes módulos y el contenido y objetivos de los mismos. Tratándose de un texto aprobado en 1999, no nos puede extrañar que los contenidos que en él se marcan en las diversas materias en cuanto a innovación no se adapten a la realidad de esta revolución tecnológica que estamos viviendo. Por ello, tiene que ser desde las propias asignaturas y motivado por el equipo docente que se trabaje para actualizar los contenidos y conseguir los objetivos reales de acuerdo a nuestros tiempos y a nuestras posibilidades.

Pero no es todo tan fácil, a parte de la falta de recursos materiales y económicos, no nos olvidemos que actualmente las escuelas públicas están sufriendo recortes en plantillas y en dotación económica para la autogestión, lo que evidentemente imposibilita en muchas ocasiones la inversión en nuevas máquinas para estar al día de los nuevos sistemas de producción; también es difícil aprender un oficio en tan solo dos años, tiempo insuficiente para adquirir conocimiento, habilidad, creatividad, dominio y destreza.

Si comparamos con otros centros docentes europeos de igual condición, no somos tan diferentes. Por ejemplo, **Viktor Vargas**, profesor en la escuela de Budapest (Hungria) Kézművesipari Szakképző Iskola (figura 7.1) (más información en la web www.kezmuves-prateru.sulinet.hu/Default.htm), me explica que allí están aconteciéndose modificaciones en su legislación. Por suerte para ellos, el próximo curso 2014-2015 se amplía la duración de la formación profesional a 3 cursos. Pero están sufriendo un cambio en su gestión, actualmente todos los gastos económicos de las escuelas públicas están centralizados por el gobierno, por lo que están totalmente imposibilitados de tener recursos para adquirir maquinaria propia para el centro.

Actualmente no tienen formación digital en 3D incluida en el plan de estudios, esto es debido a que sólo cuentan con 9 ordenadores, cuando el número de alumnos duplica o triplica esta cantidad. Para complementar la formación de sus alumnos, lo que hacen es organizar cursos de Rhinoceros y prototipado rápido en horario de fin de semana. Son cursos externos y complementarios a la formación reglada que intentan ampliar la formación de estos estudiantes.

Se espera que para el próximo curso, con la ampliación de un año más en la formación, se pueda introducir este tipo de cursos en la formación oficial y así todos los alumnos tendrán acceso a la formación en 3D.



Figura 7.1 Kézművesipari Szakképző Iskola (Hungria).



Figura 7.2 Birmingham City University (Reino Unido).

Otra experiencia que me gustaría comentar aquí sería la de **Joan Codina**, un joven joyero con gran experiencia en las nuevas tecnologías. Él estudió en la *Escola Massana* de Barcelona y posteriormente decidió ampliar su formación en la *Birmingham City University* (Reino Unido) (figura 7.2). Actualmente trabaja como diseñador de joyas utilizando tecnología **CAD/CAM** (diseño asistido por ordenador/ fabricación asistida por ordenador). En la siguiente entrevista nos explica su experiencia y su visión sobre el tema que nos atañe.

¿Qué diferencias ves entre estudiar en la *Birmingham City University* y la *Escola Massana*?

La Escola Massana se basa en unos estudios mucho más artísticos con unos contenidos mucho más amplios; en cambio los estudios que cursé en Birmingham estaban enfocados a profesionalizar el sector de una joyería más tradicional. Esa joyería más tradicional o clásica

tiene un gran peso en Inglaterra sobre todo en Birmingham ya que es una ciudad con una importante y respetable tradición joyera.

¿Qué importancia tienen las tecnologías CAD/CAM en ambas escuelas?

Tanto en Barcelona como en Birmingham hay clases específicas de diseño de joyería por ordenador pero en Birmingham cabe destacar la existencia del JIIC (Jewellery Industry Innovation Centre) que es un centro destinado a formar y ayudar a estudiantes y profesionales en el mundo de las tecnologías CAD/CAM.

El hecho de que la Birmingham City University sea una universidad privada hace que tenga muchos más recursos materiales y eso es una gran ventaja para el estudiante. Por desgracia, esos importantes recursos materiales restan importancia a los contenidos del curso.

En ambas escuelas, el nivel de conocimiento sobre tecnologías CAD/CAM que adquiere un alumno al acabar el curso suele ser insuficiente para incorporarse profesionalmente al mercado laboral y debe complementarse con cursos privados.

En el día a día de un taller/tienda de alta joyería en Inglaterra, ¿qué papel tienen las nuevas tecnologías?

El 80-90% de nuestra producción se hace con tecnología CAD/CAM, de no ser así difícilmente sería viable. Al tratarse de un negocio con muchos años de tradición y que venden las joyas con los valores añadidos de "hand-made" y de "joyas únicas" no se suele explicar el frío proceso técnico de fabricación de las piezas. Sí que se dice abiertamente que usamos software CAD para hacer renders de lo que quiere el cliente para saber si le gusta o no antes de empezar a fabricar el producto.

En nuestro caso somos dos personas haciendo las piezas en 3D y nos ayudamos de una máquina fresadora para hacer las ceras que después enviamos a fundir a otra empresa. También usamos la fresadora para hacer prototipos en cera de futuros diseños, a menudo estas ceras son modificadas a mano.

¿Qué software y qué maquinaria recomendarías?

No se puede recomendar y si lo hago te estaría vendiendo algo. Cada caso es diferente en función de qué tipo de pieza se haga, de las cantidades de fabricación, de la estructura de la empresa, etc. Es importante tener eso en cuenta antes de hacer una inversión.

Personalmente creo que las fresadoras CNC son muy interesantes porque, a pesar de tener notables limitaciones técnicas, permiten interactuar entre lo que se ha creado en CAD con el trabajo manual sobre la propia cera. Desgraciadamente, a diferencia de muchas impresoras 3D, es difícil hacer más de dos o tres ceras al día.

En Barcelona contamos con una oferta educativa similar a la de *Birmingham City University*. En 2012 la escuela de diseño industrial *ELISAVA* se puso en contacto con **Ramon Oriol**, conociendo su trayectoria y dedicación en relación al diseño de joyería, y le pidió concebir y dirigir el *Postgrado en Diseño de Joyería Alternativa* (título expedido por la *Universitat Pompeu Fabra* (UPF) y *ELISAVA Escuela Superior de Diseño e Ingeniería* de Barcelona).

Desde el inicio se tuvo muy claro que los objetivos del postgrado serían formar a futuros profesionales con las capacidades y el conocimiento para desarrollar el aspecto industrial en el mundo de la joyería. Además, se quería vincular la escuela con la industria para ofrecer una realidad laboral a los estudiantes.

El curso 2014 se está llevando a cabo la segunda edición de este postgrado y han ampliado profesores y rehecho algunas materias con tal de ir mejorando y aproximándose a las necesidades que los estudiantes y el mercado piden. Están decididos a ir adelante ya que los resultados de la primera edición han sido muy positivos, pues han conseguido que la mayoría de estudiantes puedan trabajar de la profesión, ya sea como autónomos o formando parte de empresas del sector.

El *Postgrado de Diseño de Joyería Alternativa* cuenta con 16 profesionales que imparten su especialidad. Hay materias que contemplan únicamente el estudio de diferentes materiales alternativos, como pueden ser la madera, el vidrio, los plásticos, entre otros... así como también clases de nuevas tecnologías, como Rhinoceros o impresión 3D.

Una parte importante también son todo un grupo de asignaturas que contemplan los aspectos que forman parte, no sólo del proceso creativo de la joya, sino también todo lo relativo al entorno comercial de la pieza. Por tanto, asignaturas que van desde la conceptualización de la pieza, al retail, al branding, al packaging y hasta incluso algunas sesiones sobre dirección empresarial impartidas por profesores de *ESADE* (más información en: www.elisava.net/es/estudios/disenio-de-joyeria-alternativa).

Uno de los objetivos de este TFG es tratar de ofrecer una posible solución a esta situación. Una propuesta de mejora de esta problemática que se da en las escuelas públicas de arte podría ser la de coordinar diferentes materias, con la finalidad de aunar esfuerzos y

conseguir unos resultados más visibles. Con esta intención he colaborado con **Maria Josep Forcadell** y **Violant Cebrià**, dos de mis compañeras de la *Escola d'Art del Treball* (más información en: www.artdeltreball.cat). Ellas han sido profesoras durante años del ciclo de joyería, todo y que actualmente son docentes del ciclo de Ilustración. Cuando les hablé de mi proyecto y mi propósito, vimos que compartíamos la visión de la problemática y la solución: 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, hemos colaborado para poder plasmar en este TFG esta visión del sector desde el punto de vista del docente y elaborar dos programaciones didácticas que aportan dos formas de trabajar la concepción de joyas y las nuevas tecnologías. Miradas: perfección e imperfección.

7.1 MIRADAS: PERFECCIÓN E IMPERFECCIÓN

Miradas, miles de miradas acumuladas y desfragmentadas en el cerebro que se reconstruyen de nuevo, fruto del acto creativo.

La creación entendida en nuestro ámbito desde el lado del diseño formal y desde el diseño de herramientas, programas y maquinaria.

El hombre creativo que es capaz de reinventar formas utiliza para este fin diversas metodologías. Si nos centramos en el producto artesano, podemos trabajar con tres enfoques diferentes, simplemente diferentes, sin tomar partido por la supremacía de uno de ellos. El hombre creativo las tiene que poder probar todas, captar las ventajas de una y de otra en función de sus aptitudes y costumbres. En gran medida el enfoque de la didáctica que utilizamos en el aula está orientado en forzar esta aproximación.

¿Cuáles son las metodologías que trabajamos en el aula para acompañar al alumnado a descubrir la creatividad?

Principalmente hay tres orientaciones: la acción sobre el material, el trazado a mano en perspectiva y el trazado digital. Cada estratégica nos somete a unas herramientas y tendremos que explorar su lenguaje, es decir, qué nos ofrece o qué nos posibilita hace la herramienta escogida.

La acción sobre los materiales está envuelta de un aire romántico y una manera de hacer tradicional. Está supeditada a la factura del propio material –en el caso de la joyería es el hilo, la plancha o el metal fundido-. Las herramientas que trabajan sobre este material lo pueden estropear intencionadamente o mimarlo. Pero el que marca los límites es tan sólo el material. La destreza, el conocimiento de las herramientas y la capacidad de

experimentación –como en las otras dos estrategias- solamente es un límite del propio individuo, no de la estrategia metodológica utilizada. El lenguaje que se descubre es el de la huella manual, que desde la intención del hombre creativo conforma la pieza sin ningún intermediario.

Contrariamente las otras dos metodologías creativas utilizan un intermediario que configura la pieza, estamos ahora en la estrategia del diseño, donde hay una distancia entre el **qué** y el **cómo**.

El qué, es decir, qué quiero expresar a través del material, se sitúa como centro de interés; y el cómo, es decir, la factura sobre el material, es un momento relegado a un segundo estadio de la creación, hasta el punto que se puede pedir hacer a otro artesano o utilizar sistemas industriales y en ningún caso perder la autoría de la obra.

En la segunda estrategia metodológica utilizamos herramientas gráficas: papel, lápiz y bocetos.

En la tercera, la herramienta es la maquinaria digital.

El lenguaje de los dos sistemas está claramente definido, por un lado estamos trabajando con el lenguaje que nos posibilita el trazado en perspectiva de la idea formal, y en el otro el que nos ofrece el programa que en cada caso podemos utilizar.

Tenemos un claro ejemplo en la arquitectura sobre cuáles son las posibilidades del lenguaje formal utilizando uno u otro sistema. Conocemos el lenguaje constructivo a modo de bloques de Lego de los edificios en los que la ideación es resuelta con papel y lápiz, y como se ha transformado en otra estética donde prevalece la curva, el desequilibrio, el reto a la gravedad y a la altura.

A continuación se presentan dos propuestas de trabajo estructuradas dentro de la organización de los ciclos formativos superiores, en concreto de los *CFGS de Joyería Artística* en el plan *LOGSE*, estableciendo una coordinación entre los módulos de *Proyectos de joyería* y *Diseño Asistido por Ordenador (DAO)*. A la vez, también está muy definido el aspecto en que cada docente asesora a cada alumno: desde el aspecto formal y técnico de la joya y desde el aspecto de optimización del recurso digital utilizado.

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

posteriormente utilizar el soporte digital. 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. En los dos casos la fabricación de la joya se resuelve con máquinas 3D.

El enfoque metodológico de la primera propuesta comienza utilizando la acción sobre el material para aproximar a la mano el tacto constructivo y poder tener la inmediatez de probar la ergonomía de la joya. Se pretende enfatizar el aspecto del tacto para construir el volumen porque optimizamos el objetivo que se quiere conseguir en este diseño. Esta primera fase en la que se descubre la forma del diseño da pie a la segunda fase de construcción de la joya con soporte digital.

¿Qué nos posibilita en este caso la herramienta digital?

Éste es un buen ejemplo para entender que el soporte digital facilita mucho el trabajo, dada la complejidad técnica de los cambios de sección continuos a lo largo de un trayecto cerrado sobre sí mismo. En la primera fase era fácil dado que se trabaja con maquetas que eran la mitad de la circunferencia del anillo, por lo tanto se visualizaban los dos extremos donde se situaban las secciones y limar el brazo que las une para conseguir la volumetría no tiene gran dificultad. Pero no es lo mismo cuando esta volumetría la tenemos que trabajar en la circunferencia cerrada. La herramienta digital en este caso nos facilita mucho hacer variaciones sobre la idea elegida, haciendo cambios de proporción, de medida, modificando el número de cambios de sección a lo largo del recorrido del anillo y planteando finalmente variaciones en las dos alianzas dentro del mismo diseño.

En la segunda propuesta se quiere conseguir un tipo de volumen que con procedimientos manuales tendría una compleja y laboriosa ejecución, se quiere conseguir una pieza de volumen minimalista y esférico con una superficie profundamente calada y formalmente virtuosa. Este tipo de construcciones están pensadas para hacer entender al alumnado que puede optimizar el recurso que utilizará, en este caso descubrir la forma utilizando el digital 100%.

Evidentemente, como ya hemos dicho al inicio, no es el lenguaje digital el mejor ni se plantea como excluyente de las técnicas manuales.

El objetivo de la coordinación es que el alumno tiene que saber cuál es el resultado formal que pretende y, en función del cómo, ha de elegir la herramienta. Nos atrevemos a diferenciar entre dos facturas: la perfección técnica y la imperfección manual: La perfección

técnica que ofrece las máquinas 3D, que es indiscutible y admirable; Y la imperfección técnica que deja el rastro de la mano, la huella manual que dota de sentimiento la joya.

7.1.1 UNIDAD DIDÁCTICA 1

(Ver documento original en anexo F)

UNIDAD DE PROGRAMACIÓN: Alianzas de boda. Línea de compromiso

DURACIÓN: 32horas

OBJETIVOS TERMINALES DOGC

Diseñar diferentes tipologías de joyas de acuerdo con un encargo específico.

Aplicar creativamente los medios informáticos en la proyección de un prototipo.

Elaborar un prototipo y estudiar los aspectos económicos y de fabricación en serie.

OBJETIVOS TERMINALES EN LA UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

Adaptarse al perfil del cliente para diseñar unas alianzas de boda. El encargo de la pieza única personalizada.

Conocer el proceso de modelado en 3D partiendo del dibujo analógico o vectorial y experimentar con las herramientas y recursos que ofrecen el programa.

Valorar el coste aproximado de fabricación del prototipo (pieza única) a partir de la realización de la premaqueta en cera.

CONTENIDO CONTEXTUALIZADO EN LA UNIDAD. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los componentes técnicos y formales de unas alianzas. Las tipologías clásicas de joyas. Línea de compromiso.

Digitalización y trazado de formas vectoriales. Herramientas de modelado tridimensional.

El perfil del cliente y la acotación de un presupuesto como condicionante previo en el diseño.

ENUNCIADO DE LAS ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

1. Introducción teórica del tema de trabajo mediante soporte digital. Fotografías, dibujos y texto.

Imágenes de joyería de autor. Presentación de alianzas. La ergonomía. Las marcas de alta joyería.

El perfil del cliente. Presupuesto.

El diseño y la fabricación en 3D. Prototipado.

2. Presentación del guión de trabajo.

Imágenes de trabajos realizados en cursos anteriores.

Imágenes de maquetas que el volumen está generado por un cambio de sección.

El estudio de proporciones y los aspectos ergonómicos.

Imágenes de anillos realizados con diferentes programas de 3D.

3. Presentación del calendario de trabajo.

4. Presentación de los criterios de evaluación de la actividad.

5. Proceso de diseño. Trabajo individualizado de cada alumno.

Estudio previo. Trabajo práctico a través de premaquetas buscando propuestas formalmente innovadoras y que a la vez se adapten al perfil del cliente.

Proyectación. Estudio de las dos alianzas considerando los aspectos diferenciales y de coherencia que definirán la alianza de cada componente de la pareja. Estudio de aspectos formales, técnicos y ergonómicos.

6. Presupuesto estimado de los dos prototipos.

7. Realización de los dos prototipos.

8. Mesa redonda. Presentación del Proyecto.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

1. Atención individualizada en el proceso de trabajo del alumno.

El ejercicio se puede enfocar con diferentes grados de complejidad adaptándolo a los conocimientos y habilidades del alumno. El profesorado asesora al alumno para fijar el

grado de complejidad que tiene que tener su diseño, conociendo su capacitación conceptual y técnica.

El profesorado hace un seguimiento personalizado del proceso de diseño de cada alumno, atendiendo a la diversidad lingüística de los alumnos, la diversidad de habilidades y el tiempo que cada alumno requiera para asimilar cada parte del proceso proyectual. Al mismo tiempo asesora sobre las cuestiones formales y técnicas que cada alumno le plantea, adaptándose a sus estructuras creativas, expresivas y de estilo.

2. Coordinación con el módulo de Diseño Asistido por Ordenador (DAO).

A partir de los conocimientos que el alumno ha asimilado con el aprendizaje de las herramientas de dibujo vectorial (creación y edición de las curvas Bezier) y del modelado 3D (extrusión siguiendo una trayectoria), se plantea una aplicación práctica entre los dos módulos.

Para el dibujo vectorial se puede utilizar los programas de Adobe Illustrator, Corel Draw, Inkscape o similar.

Para el modelado 3D se puede trabajar con 3D Studio MAX, Rhinoceros, Blender o similar.

CRITERIOS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

Evaluación de los contenidos conceptuales y procedimentales:

- Calidad técnica del preproyecto (5%)
- Capacidad de investigación en el proceso de diseño (15%)
- Capacidad creativa (25%)
- Aplicación práctica de las herramientas digitales (20%)
- Calidad técnica del prototipo (20%)
- Valoración del estudio de fabricación y costes (5%)
- Capacidad comunicativa en la presentación del trabajo (10%)

Evaluación de los contenidos actitudinales:

A la nota obtenida en la evaluación de los contenidos conceptuales y procedimentales se suma o se resta la evaluación de los contenidos actitudinales, aplicando una evaluación positiva o negativa, siguiendo los criterios siguientes:

Evaluación positiva: $X, YZ = X + 1$

Evaluación negativa: $X, YZ = X$

Los criterios de evaluación de los contenidos actitudinales son:

- Evolución progresiva en el proceso de aprendizaje
- Autonomía e iniciativa personal
- Aprovechamiento del tiempo de trabajo

MATERIAL DIDÁCTICO

Propuesta de trabajo	Alianzas de boda o aniversario de boda
Tipología	Anillo
Categoría	Encargo particular, diseño y realización de las piezas por el autor
Producción	Pieza única
Material	Oro
Fabricación	Taller propio y talleres externos: impresión 3D y fundición
Cliente	Particular
Presupuesto fijado por el cliente	1000 €, incluye las dos alianzas
Estudio de costes	Presupuesto estimativo del coste del material y de los talleres externos: impresión 3D y fundición. El estudio de costes de esta actividad está centrado en el cálculo del coste de gastos y trabajo. Hay que tener en cuenta que no se computen los costes de diseño y los de amortización, aspectos que se trabajan en otras actividades coordinadas con el módulo de Formación y Orientación Laboral (FOL).

INDICACIONES TÉCNICAS EN ALTA JOYERÍA

Medidas orientativas	Mujer: nº 14-15-16 anillera Tatum Hombre: nº 18-19-20 anillera Tatum
Ergonomía	El interior de un anillo puede ser redondo, cuadrado o tener otra forma, siempre que se adapte bien al dedo. La parte interior del anillo ha de ser preferentemente plana y lisa para evitar ángulos y texturas que retengan la humedad. El grueso máximo del brazo del anillo en piezas comerciales suele ser de 2,5mm apróx. A partir de 3-4mm los dedos no se pueden juntar bien. Para gruesos más grandes hace falta hacer una maqueta de prueba para valorar la comodidad
Peso orientativo	Peso medio piezas comerciales: 6g Peso máximo aconsejable: 8-15g Grueso máximo del brazo del anillo en piezas comerciales: 2,5mm Grueso máximo recomendado para evitar molestias entre los dedos: 3mm
Cálculo equivalencia peso	Peso cera x 15,5 = peso oro amarillo Peso cera x 16 = peso oro blanco Relación aproximada, consultad con el fundidor

PROCESO DE DISEÑO

La unidad didáctica simula el encargo de un particular de unas alianzas de boda o aniversario.

Diseño y realización de unas alianzas a partir de una propuesta concreta para generar el volumen, el cambio de sección.

ESTUDIOS PREVIOS: La actividad comienza con un proceso de proyectación de experimentación directa con el material, la cera dura.

Comenzaréis a generar ideas trabajando directamente con el material, haciendo premaquetas de cera dura.

Cortar trozos de unos 4cm de largo de una barra de cera para anillos (barra de cera cilíndrica con un agujero en su centro). Poned los interiores de los cilindros a una medida media (utilizar vuestra medida porque así os los podéis probar).

Cortar estos trozos en fragmentos cilíndricos más pequeños, de manera que la altura que habéis cortado sea igual al grueso de la pared del cilindro, de esta forma tendréis anillos de sección cuadrada.

Dividid cada uno de los discos por la mitad y en las dos secciones cuadradas que se genera esta división, dibujad la forma de nuevas secciones (figura 7.3). Valorad el aspecto ergonómico del anillo según la forma que dais a cada sección, teniendo en cuenta que la parte lisa de la sección quede en el interior del anillo, es decir, en contacto con el dedo.

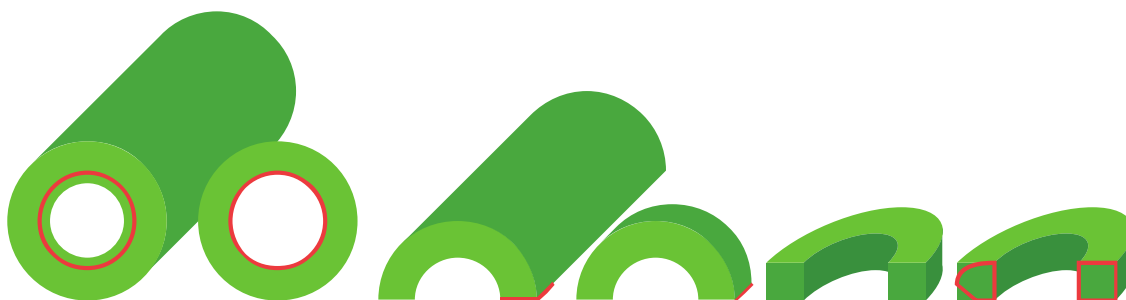


Figura 7.3 Esquema del proceso de manipulación de los tubos industriales de cera para hacer maquetas.

Id limando el trayecto que une las dos secciones de manera que os genere un nuevo volumen, es decir, un cambio de sección.

Podéis hacer el cambio de sección de forma gradual o brusca y podéis jugar con variantes de degradación entre una y la otra sección.

Valorad el aspecto formal del volumen generado.

PRESUPUESTO: estimado de los dos prototipos a partir de la media premaqueta en cera.

Coste de la fabricación del prototipo con Solid Scape T66BT (Techjewel)

Coste del metal utilizado en la fundición (conversión peso cera/peso metal)

Coste de la fundición (consultar a un fundidor, indicando la empresa)

Cálculo aproximativo del número de horas necesarias para repasar la fundición y hacer acabados de los dos anillos. Precio/hora.

PROYECTACIÓN UTILIZANDO SOPORTE DIGITAL: escoged una/s de las premaquetas y dad soluciones a los dos anillos, estudiando la manera de interpretar el juego de secciones

en el anillo, las proporciones y la medida adaptada a cada uno de los clientes (medida a determinar por el alumno). Valorad también el aspecto ergonómico del anillo.

REALIZACIÓN DE LOS DOS PROTOTIPOS:

Digitalización o dibujo de las secciones.

Importación al programa 3D.

Extrusión del modelo según una trayectoria circular. Medidas reales.

Experimentación con las herramientas del programa.

Renderizado del resultado final.

Preparación del modelo para la impresión en cera.

Los ejemplos que se utilizan como muestras en las figuras 7.4 y 7.5 se realizan de la forma más neutra posible a fin de no interferir en la creatividad del alumno.

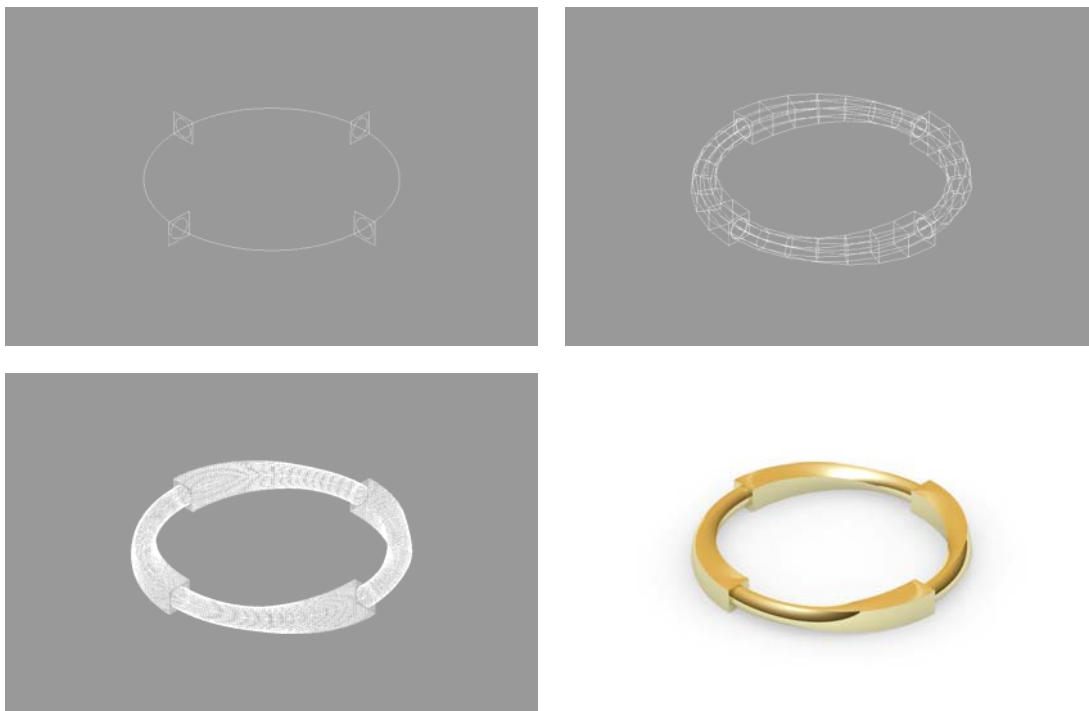


Figura 7.4 Proceso 3D de un cambio de sección brusco entre dos secciones: círculo y cuadrado.

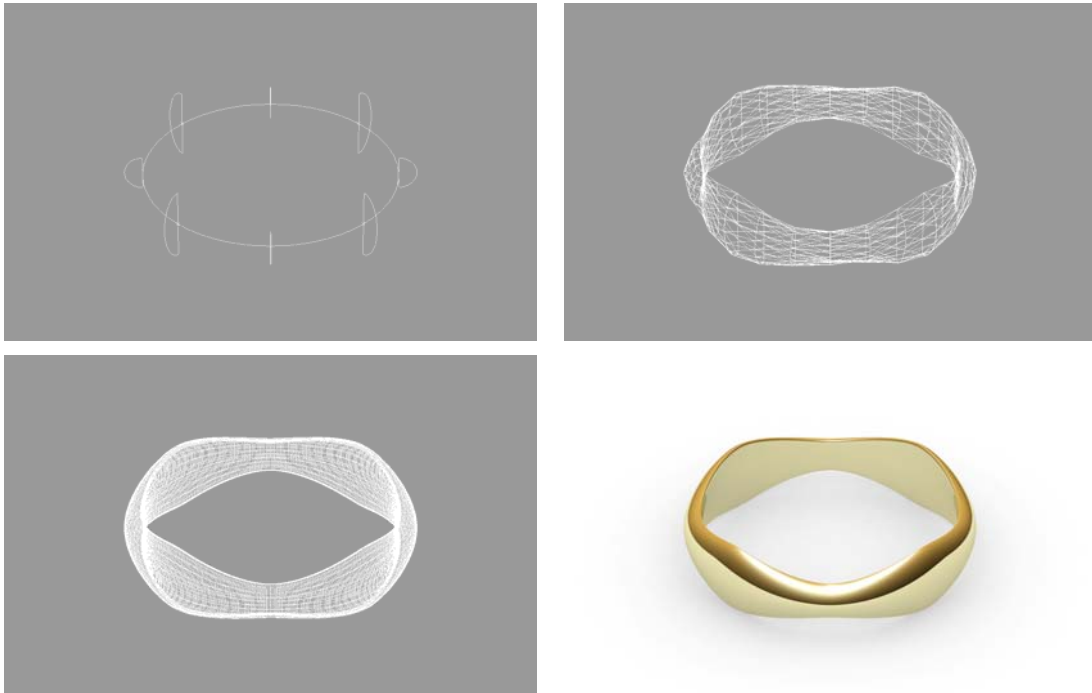


Figura 7.5 Proceso 3D de un cambio de sección gradual entre una misma sección de diferentes medidas.

TALLERES AFINES: impresión en 3D y fundición de los originales de cera (fundición en plata para hacer el trabajo en el aula)

Repasar y pulir las dos piezas de metal (la fundición se hará en plata para poder asumir costes).

APUNTES TÉCNICOS

Cambio de sección, volumen generado al unir dos secciones diferentes.

Cambio de sección, volumen generado al unir dos secciones diferentes		
Volumen alianza		

El cambio de sección se puede producir por:	
Unir dos secciones de diferente forma	
Unir dos secciones de diferente proporción	
Unir dos secciones de diferente posición	
Unir dos secciones de diferente tamaño	

CALENDARIO DE TRABAJO (MÓDULO DE 2 HORAS)

2h	Presentación actividad: alianzas
4h	Cortar segmentos cilindro y adecuación medida interior Cortar segmentos disco (grosso=ancho) y cada disco por la mitad
8h	Dibujar cambio de sección Limar
4h	Estudio adaptación a un anillo en maqueta de cera Estudio proporciones, ergonomía y tamaño. Presupuesto
8h	Dibujo secciones y modelado 3D. Experimentación.
-	Realización prototipos (2 piezas) talleres externos: 3D
-	Realización prototipos (2 piezas) talleres externos: fundición
4h	Repasar y pulir metal
2h	Mesa redonda
32h	Total horas de la unidad de programación

7.1.2 UNIDAD DIDÁCTICA 2

(Ver documento original en anexo F).

UNIDAD DE PROGRAMACIÓN: Alta joyería. BROCHE**DURACIÓN:** 32horas

OBJETIVOS TERMINALES DOGC

Proyectar una colección de piezas de joyería buscando un lenguaje personal.

Diseñar diferentes tipologías de joyas de acuerdo con un pedido específico.

Aplicar creativamente los medios informáticos en la proyectación de un prototipo.

Elaborar el proyecto de un encargo teniendo cuidado de su presentación y de la redacción de la memoria correspondiente.

OBJETIVOS TERMINALES EN LA UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

Buscar propuestas creativas, innovadoras y experimentales dentro del ámbito de la alta joyería.

Adaptarse a los gustos de un cliente definidos en un brífling.

Aplicar procesos de modelado en 3D y conocer los periféricos para digitalizar y construir piezas de precisión y alta calidad.

Experimentar con las herramientas y recursos que ofrece el programa específico.

Hacer una reflexión en la memoria del diseño sobre los puntos que singularizan el diseño y que responden a la calidad de una pieza de alta joyería.

CONTENIDO CONTEXTUALIZADO EN LA UNIDAD. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Los componentes técnicos y formales de las piezas de alta joyería. La calidad de los materiales y los acabados.

Herramientas de edición y modelado tridimensional.

El dibujo como herramienta de comunicación en el diseño. Perspectiva a color para mostrar al cliente el diseño. Representación técnica con anotaciones para los talleres.

ENUNCIADO DE LAS ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

1. Introducción teórica del tema de trabajo mediante soporte digital. Fotografías, dibujos y texto.

Imágenes de joyería de alta calidad técnica y calidad del material. Gemas y engastados.

Las marcas de alta joyería.

El conjunto de joyas. Condicionantes formales y estéticos.

El diseño y la fabricación en 3D. Prototipado.

2. Presentación del guión de trabajo y del brífling simulado.

Imágenes de trabajos realizados en cursos anteriores.

Imágenes de volúmenes realizados con diferentes herramientas del programa 3D.

3. Presentación del calendario de trabajo.

4. Presentación de los criterios de evaluación de la actividad.

5. Proceso de diseño. Trabajo individualizado de cada alumno.

6. Estudio previo. Trabajo práctico a través del dibujo digital buscando propuestas formalmente innovadoras y que a la vez se adapten a la calidad implícita de una joya de calidad. Coordinación con el módulo de DAO (diseño asistido por ordenador) para realizar el proceso de diseño 3D.

Proyectación. Estudio de los aspectos formales, técnicos y ergonómicos de un broche.
Distribución de las gemas y solución del cierre.

Representación en perspectiva del broche. Render y fotomontaje.

7. Representación técnica con la explicación completa de las características técnicas y formales de las piezas. Estudio de la distribución de las gemas, medida y solución del engastado.

8. Realización prototipo 3D

9. Mesa redonda. Presentación del Proyecto.

ESTRATEGIAS METODOLÓGICAS

1. Atención individualizada en el proceso de trabajo del alumno.

El ejercicio se puede enfocar con diferentes grados de complejidad adaptándolo a los conocimientos y habilidades del alumno. El profesorado asesora al alumno para fijar el

grado de complejidad que tiene que tener su diseño, conociendo su capacitación conceptual y técnica.

El profesorado hace un seguimiento personalizado del proceso de diseño de cada alumno, atendiendo a la diversidad lingüística de los alumnos, la diversidad de habilidades y el tiempo que cada alumno requiera para asimilar cada parte del proceso proyectual. Al mismo tiempo asesora sobre las cuestiones formales y técnicas que cada alumno le plantea, adaptándose a sus estructuras creativas, expresivas y de estilo.

2. Coordinación con el módulo de Diseño Asistido por Ordenador (DAO).

A partir de los conocimientos que el alumno ha asimilado con el aprendizaje de las herramientas para la edición (mallas) y modelado 3D (operaciones booleanas, aplicación de modificadores, edición de mallas o superficies NURBS, etc.), se plantea un aplicación práctica entre los dos módulos.

Para el modelado y edición 3D se puede trabajar con 3D Studio MAX, Rhinoceros, Blender o similar.

CRITERIOS E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DE PROGRAMACIÓN

Evaluación de los contenidos conceptuales y procedimentales:

- Calidad técnica del preproyecto (5%)
- Capacidad de investigación en el proceso de diseño (15%)
- Capacidad creativa (25%)
- Aplicación práctica de las herramientas digitales (20%)
- Calidad técnica del prototipo (20%)
- Valoración del estudio de fabricación y costes (5%)
- Capacidad comunicativa en la presentación del trabajo (10%)

Evaluación de los contenidos actitudinales:

A la nota obtenida en la evaluación de los contenidos conceptuales y procedimentales se suma o se resta la evaluación de los contenidos actitudinales, aplicando una evaluación positiva o negativa, siguiendo los criterios siguientes:

Evaluación positiva: $X, YZ = X + 1$

Evaluación negativa: X,YZ = X

Los criterios de evaluación de los contenidos actitudinales son:

- Evolución progresiva en el proceso de aprendizaje
- Autonomía e iniciativa personal
- Aprovechamiento del tiempo de trabajo

MATERIAL DIDÁCTICO

Propuesta de trabajo	Diseño y realización de un broche de alta joyería
Tipología	Broche
Categoría	Encargo particular, diseño y realización de las piezas por el autor
Producción	Pieza única
Material	Oro y gemas
Fabricación	Taller propio y talleres externos: impresión 3D, fundición y engastador
Cliente	Particular a través de una empresa (Brífling de la empresa simulado)
Presupuesto fijado por el cliente	No se indica límite

INDICACIONES TÉCNICAS EN ALTA JOYERÍA

Medidas orientativas	Altura máxima 10mm
Ergonomía	Se ha de colocar el cierre de tal forma que la mayor parte de la superficie posterior del broche esté en contacto con el vestido.
Peso orientativo	Peso comercial: 10g Peso aconsejable: 10-30g

<p>Paralelismos técnicos</p>	<p>Cincelado, pieza vacía realizada con la soldadura de dos mitades o diversas piezas cinceladas Electroforming, sistema industrial.</p>
<p>Cálculo equivalencia peso</p>	<p>Peso cera x 15,5 = peso oro amarillo Peso cera x 16 = peso oro blanco Relación aproximada, consultad con el fundidor</p>

PROCESO DE DISEÑO

La unidad didáctica simula el encargo de un particular de un broche que lo realiza a través de una tienda de alta joyería.

Los condicionantes formales de la actividad son diseñar el broche a partir de la deformación de una esfera. Maclas, cambios de proporción, distorsiones,...generadas por la manipulación de las herramientas digitales.

Volumen redondeado vacío y superficie detallista y calada. La función del calado permitirá el engaste de las gemas y dejar orificios para que el yeso del proceso de fundición entre en el interior de las piezas.

ESTUDIOS PREVIOS PARA EL DISEÑO DEL BROCHE

La actividad comienza con la experimentación directa con la herramienta digital.

1. Volumen esférico irregular. Deformaciones de las proporciones de una esfera para adaptarla a una volumetría apta para un broche, altura máxima 10mm.

Punto de partida: geosfera

Aplicación de deformaciones:

- Transformaciones a nivel de subobjeto (cambios de escala, proporción, giro o desplazamiento de vértices, aristas o caras)
- Modificadores a nivel de objetos (todo el elemento) o subobjetos
- Deformadores de forma libre

Edición de la superficie de las mallas (manipulación de vértices, aristas y caras) o de las superficies NURBS.

Diseño y trazado del calado (dibujo vectorial)

Importación, extrusión y calado del dibujo sobre el objeto

2. Estudio de la superficie del metal. Transformaciones gráficas de la superficie introduciendo el calado. Profusión ornamental en contrapunto al volumen minimalista
3. Estudio de los puntos donde se sitúan gemas y solución del engastado que se utilizará
4. Estudio de los puntos para soldar el cierre de doble aguja. Estudio de la caída del broche
5. Perspectiva y fotomontaje digital utilizando la fotografía cedida por la clienta. Dimensiones de la impresión DIN A3. Entregar el fotomontaje dentro de un dossier blanco (hoja DIN A2 plegada) En el exterior ha de constar impreso en etiqueta adhesiva el logotipo de vuestra marca (simulación marca propia de diseño de joyas), nombre de la empresa, nombre del cliente particular y nombre de la joya y referencia
6. Prototipado en 3D
7. Documento técnico para el engastador. Impresión render y sobreponer a mano las indicaciones técnicas necesarias. Nombre de la gema, medida, ubicación y sistema de engastado

TALLERES AFINES:

Impresión en 3D y fundición (fundición en plata para hacer el trabajo en el aula)

Repasar, hacer los ajustes técnicos necesarios y acabados de la pieza de metal (la fundición se hará en plata para poder asumir los costes)

Dejar la pieza preparada para entregar al engastador (no se ha de hacer esta última parte del proceso)

APUNTES TÉCNICOS

Brífling de la empresa a través de la que tenemos el encargo (este brífling es simulado, cualquier parecido con la realidad es pura coincidencia).



Término inglés. Mapa. Caminos que unen Barcelona con ciudades de alrededor del mundo.

Empresa y mercado: Marca de joyería de autor.

Sede central: Paseo de Gracia, Barcelona. Casa Lleó Morera (*Lluís Domènech i Muntaner, arquitecto, 1902*). Tienda y galería de joyas de autor.

Las joyas de MAP se venden en exclusividad en nuestra joyería de Barcelona. Nuestros clientes de todo el mundo se desplazan a nuestra joyería como un punto de venta de referencia, por este motivo nuestra tienda está situada en un edificio emblemático y en un eje vial visitado por un turismo selecto.

Cada año organizamos en tres ciudades, convenientemente seleccionadas, una exposición temporal en un museo o una galería de arte de gran prestigio. Seleccionamos una ciudad europea, una ciudad del continente americano y una ciudad asiática. El objetivo es promocionar la marca en el extranjero y mantener el contacto con los clientes de la ciudad que visitamos.

NUESTRA MARCA:

¿Quiénes somos? MAP, en la ciudad de Barcelona es sinónimo de un trabajo en equipo, en el que cada uno aporta sus conocimientos y creatividad en un oficio de larga tradición.

¿Qué hacemos? Joyería contemporánea de alta calidad creativa y técnica.

Creación de piezas únicas proyectada y realizadas a mano o con medios de alta tecnología en nuestros talleres.

Colecciones propias y piezas por encargo. Nuestras colecciones son piezas de autor, realizando de cada diseño una serie limitada de 5 piezas. Cada pieza lleva la firma del autor y el número de registro de la serie.

¿Cómo trabajamos? La tradición heredada del entorno donde trabajamos, Barcelona, y el diseño innovador confluyen en MAP con la intención de acercar identidad e innovación.

¿Cómo son las joyas? La consideración de las joyas como obras de arte y al mismo tiempo la aplicación de un lenguaje personal basado en la expresión es el distintivo de la marca.

Funcionales y ergonómicas. Damos una importancia relevante a que el cliente se sienta cómodo portándolas.

Singulares, creativas y extravagantes. Nuestro cliente busca una joya que le seduzca y que le dé un toque de distinción y originalidad al llevarla.

Grandes pero con la justa medida para portarlas con comodidad. Controlar el peso y la ergonomía es un rigor de la marca.

La figuración es una constante en todas nuestras colecciones, nos identifica y singulariza.

Joyas de calidad. Entendemos el lujo con un valor intrínseco a una joya y en una obra de arte. Este valor recae en la calidad de la ejecución de todas las piezas, en el alto valor creativo de los diseños y en la selección cuidada de los materiales.

Materiales escogidos. La selección de los materiales se hace en función de las intenciones del diseño, podemos combinar plata y diamantes, oro y pequeños cantos redondos. Entendemos que el valor del material no está en su valor mercantil sino en una cuidadosa selección y en su grado de sorpresa y seducción.

Requerimientos específicos. Cada pieza queda registrada en la empresa con una referencia (tipología-año-mes-apellido, inicial del nombre), nombre de la joya y descripción de los materiales. Damos un ejemplo:

ref.AN-02-nov-Prats,L (*anillo, entregado a la empresa en noviembre del 2002 y realizado por Laia Prats*). **Flores del mal. Colección Poemas.** Anillo realizado en oro blanco con diamantes de diferentes colores. Metal: oro de 18Kt. Gemas: diamantes talla brillante. Características: diamantes blancos con un peso total de 1.70 ct y diamantes negros con un peso total de 0.66 ct. Diseñadora: Laia Prats.

BRÍFING DEL ENCARGO (simulado)

Encargo de la Sra. Marie Fouriscot. Broche (pieza de gran volumen con gemas).

Preferencia por el oro amarillo. Da total libertad para decidir el tipo y la talla de las gemas. También ve la posibilidad de incorporar otros materiales.

Quiere una pieza voluminosa y sobria. De volúmenes redondeados, ella nos habla del símil de pequeños cantos redondos.

De los estilos que disponemos en la tienda elige la estética de las joyas diseñadas por... (cada uno se ha de imaginar que aquí va escrito su nombre).

El broche que pide lo necesita para la boda del hijo del director del equipo de arquitectos Ribas y Ribas de Barcelona, que tendrá lugar el 31 de Diciembre. El Sr. Ribas se casará por lo civil en su finca familiar del Empordá. La cena se hará en el Hotel Perelada.

La clienta no tiene todavía el vestido escogido, pero tiene claro que será un vestido negro largo, ceñido al cuerpo, diseñado en exclusiva por Lydia Delgado.

El broche es su pieza preferida y los colecciona. Por este motivo ha pensado que le enseñará el dibujo preparatorio de la joya a la Sra. Lydia Delgado para que ella diseñe el vestido resaltando la joya.

La Sra. Fouriscot es alta y delgada y tiene el cabello oscuro y corto, no sabe qué tipo de peinado se hará. Nos facilita una foto.

Profesión: arquitecta. Trabaja en el estudio de arquitectura de Jean Nouvell.

Requisitos: La clienta pide que primero se le haga un dibujo del broche para poder confirmar el encargo.

CALENDARIO DE TRABAJO (MÓDULOS DE 2 HORAS)

2h	Presentación actividad: alta joyería
4h	Diseño según briefing
8h	Dibujar secciones y modelado 3D. Experimentación
8h	Dibujar secciones y modelado 3D. Realización
4h	Fotomontaje para entregar a la clienta
-	Realización prototipo, taller externo: 3D
-	Realización prototipos (2 piezas) Taller externo: fundición
4h	Repasar, ajuste técnico y acabados en metal
2h	Mesa redonda
32h	Total horas de la unidad de programación

El ejemplo que se muestra en la figuras 7.6 ilustra de la forma más neutra posible el ejercicio con el fin de no interferir en la creatividad del alumno.



Figura 7.5 Ejemplo de una muestra de la actividad.

8.- ADN

Antes de acabar este TFG, he considerado adecuado explicar la *teoría del ADN* de **Ricard Domingo**, qué necesita una empresa de joyería para salir al mercado hoy en día.

Cuando él da sus clases y charlas, lo hace bajo el concepto “teoría-práctica”, es decir, que no tiene un guión preestablecido, sino que el desarrollo de la ponencia se centra en la visualización y análisis de imágenes que potencian los conceptos a explicar. A pesar de esto, tengo que agradecer que **Ricard** haya podido plasmar una síntesis de sus charlas que se pueden ver en el anexo G.

Hemos podido esquematizar esta teoría en el esquema de la figura 8.1. En este apartado iré explicando este diagrama por partes para conocer qué factores y de qué forma afectan, influyen o condicionan al diseño de la joyería y su contexto.

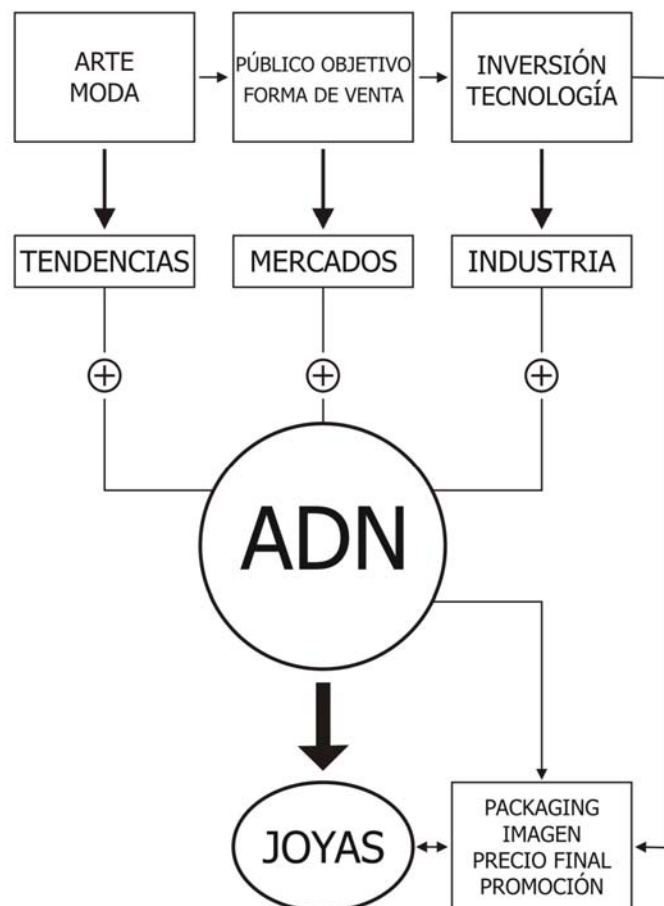


Figura 8.1 Esquema de la teoría del ADN.

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

En cuanto a las tendencias, la joyería está vinculada al sector de la moda, al fin y al cabo es un complemento estético. El joyero tiene que ser conocedor de las últimas propuestas de moda, de los colores y estilos que se llevarán la próxima temporada y hacer propuestas acordes y complementarias. También el sector del arte, de cualquier disciplina, puede interconectarse con la joyería, ya sea por el estilo, colores o técnicas. La escultura es una de las disciplinas más afines a la joyería, pues muchas veces se ha hablado de la joyería como escultura en pequeño formato.

El joyero ha de ser conocedor del mercado al que proyecta su producto. Es evidente que no es lo mismo lanzar un producto en el mercado europeo que en el asiático, por la forma de venta ni por los gustos de los clientes. Lo primero que se debe hacer es marcar cuál será el público objetivo, estudiarlo y analizar su estilo de compra (qué, cómo, cuánto).

Actualmente, con la globalización e Internet, hay posibilidades infinitas de llegar a un público más amplio y universal, pero para ello tenemos que hacer un producto con esas premisas.

El tercer factor que interviene es la industria, qué tecnología o sistemas de producción puedo utilizar para conseguir fabricar mis joyas. Intrínsecamente a la industria está la inversión, qué sistema es el más rentable a corto y a largo plazo.

Este tema se ha visto anteriormente en la comparativa de procesos. Depende de mi inversión, puedo disponer de una tecnología u otra. Pero todo está condicionado a la decisión anterior, el mercado, que es el que me marcará qué precio ha de tener, cuántas unidades puedo hacer (pieza única o seriación).

Como veis, cualquier decisión viene condicionada por las decisiones tomadas en el concepto anterior. Por ello es la suma de todos estos factores lo que genera la filosofía de la marca y las pautas base sobre las que diseñar el producto.

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 (TV, revistas, redes sociales,...), el precio de venta, el servicio postventa, etc.

Para ilustrar este apartado, quiero presentaros un trabajo que realizaron **Ricard Domingo** y **Martín Azúa** para la empresa de joyería **Unión Suiza** (figura 8.2). Es un proyecto global de rediseño de marca y creación de ADN propio, que tras más de un año de trabajo culminó con la actualización del logotipo, diseño de joyas que se fabrican con impresoras 3D, creación de productos de diseño industrial y complementos, como jarrones y pañuelos, y la aplicación del mismo diseño en cajas y bolsas.

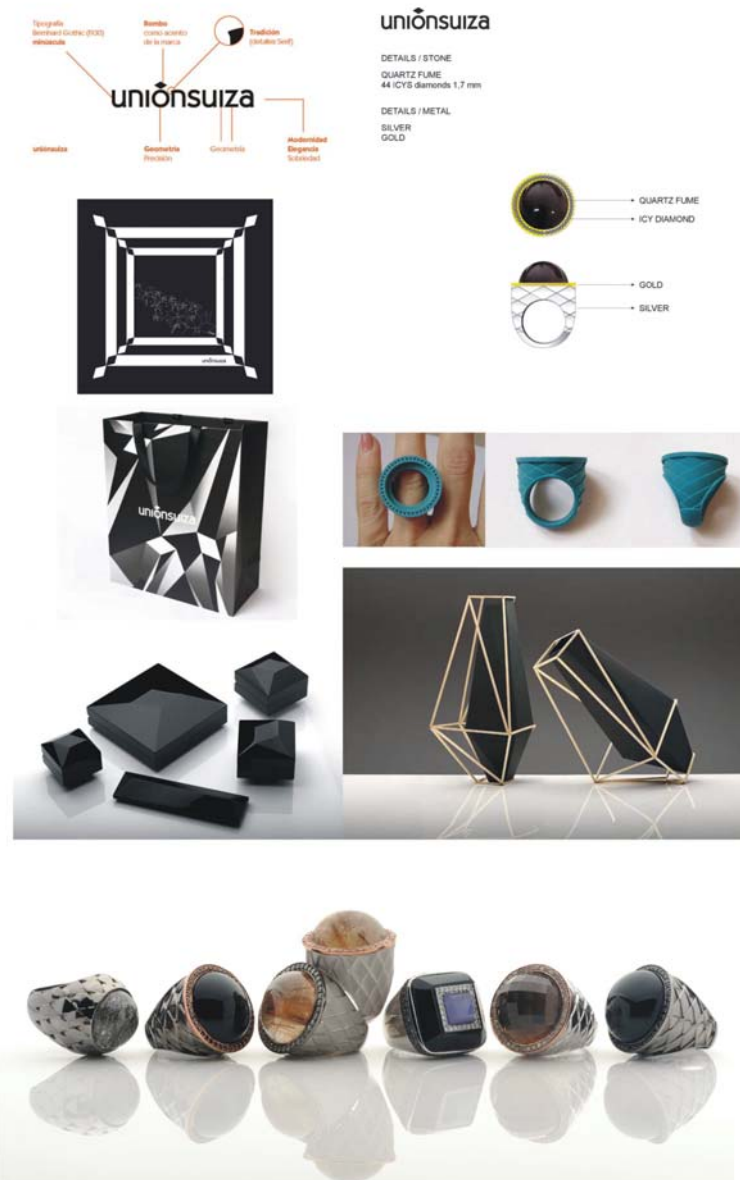


Figura 8.2 Ejemplo del resultado de implementar la teoría del ADN a la empresa Unión Suiza, por Ricard Domingo y Martín Azúa.

Con este ejemplo se ve el trabajo que dos grandes profesionales hacen para una gran empresa de alta joyería, pero quiero matizar que este proceso de trabajo es tan válido y

necesario para un gran empresa como para un pequeño taller artesanal, pues lo que defiende es tratar con el mismo cuidado y mimo hasta el último detalle tanto de nuestra joya como de la forma de presentarla. Es necesario basarnos en los recursos que están a nuestro alcance y en los condicionantes externos que nos afecten para adaptar nuestro diseño y conseguir un producto óptimo.

9.- KALA

En este apartado muestro la puesta en práctica de lo explicado en el TFG. Presento unos anillos diseñados en 3D y fabricados mediante impresión 3D.

Como la intención principal de este apartado es la demostración práctica de cómo los avances tecnológicos nos pueden ayudar en la joyería, he priorizado estos factores sobre otros más conceptuales referentes al diseño. Mi objetivo era poder fabricar una pieza con los recursos disponibles, con lo que he ajustado el grado de dificultad del diseño 3D a un nivel medio, aproximado al de un alumnos tras hacer una formación de unas 120h. El programa que he utilizado ha sido *Rhino*, en este caso sin ningún plugin específico de joyería, ya que la complejidad no lo requería.

El anillo consta de dos secciones diferentes, la forma circular de abajo va cambiando hasta convertirse a la de arriba, generando la volumetría de la pieza. La herramienta utilizada para crear esta transformación ha sido la de barrido por dos carriles (figura 9.1).

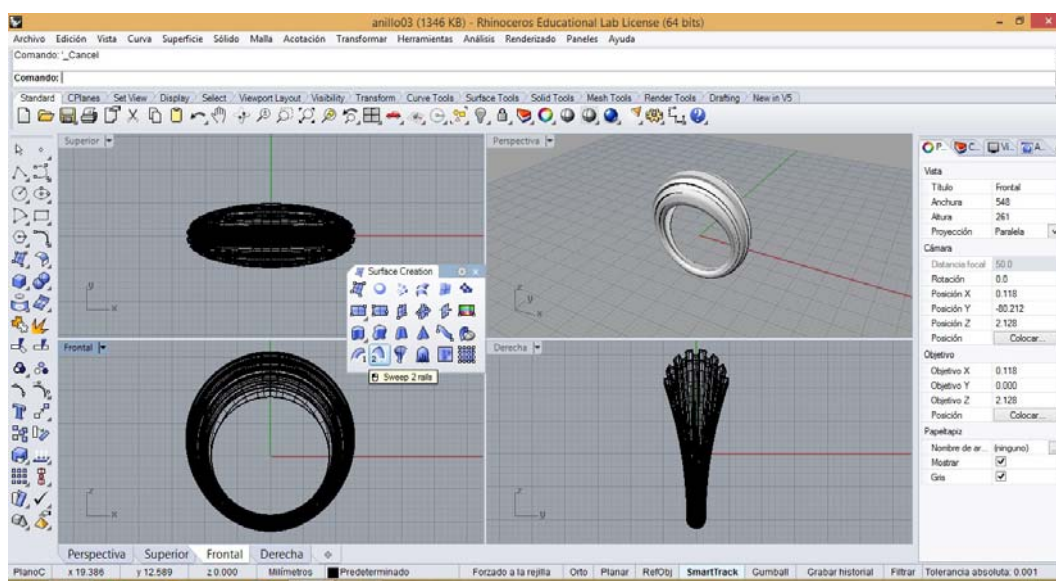


Figura 9.1 Imagen de la pantalla del programa Rhinoceros con el diseño del anillo en las cuatro vistas. El dibujo ha sido generado a partir de un barrido por dos carriles.

El archivo **.stl** lo he impreso en dos impresoras diferentes: Stalactite 102 y Solid Scape T66BT. Esto me ha dado la posibilidad de hacer comparaciones y diferentes procesos de fundición en la **fundición de metales Ángel Reguera**.

Como expliqué en el apartado de tecnología, la impresora **Stalactite** está en fase de lanzamiento, así que hemos aprovechado para hacer diferentes pruebas de fundición de los materiales que utiliza.

Hicimos un molde directamente del material impreso e inyectamos cera para hacer una serie de piezas fundidas (figura 9.2). El modelo se rompió al extraerlo del molde de silicona. Esto fue debido a la geometría de la pieza, que al ser convexa se ha de forzar para salir del molde. La fundición de las piezas no tuvo ningún contratiempo (figura 9.3, centro).

La siguiente prueba fue fundir directamente el material estándar, rociado con silicona en spray. Conseguimos que fundiera, pero la superficie resultó quedar muy porosa ya que la composición de este material no está indicada para este proceso (figura 9.3, izquierda).

La tercera prueba que hice fue con la impresión en cera fundible de la impresora Solid Scape T66BT. En este caso todo el proceso fluyó sin problemas, pues el material de impresión ya tiene un largo recorrido en el proceso de fundición (figura 9.3, derecha). Se pueden ver unas pequeñas bolitas en los carriles, esto fue provocado en el momento de hacer el vacío del cilindro con el árbol, en la bomba de vaciado, que quedaron pequeñas burbujas de aire. En el momento de repasar la pieza en plata han sido extraídas sin más consecuencias.



Figura 9.2 Molde de silicona e inyección en cera.



Figura 9.3 Tres anillos fundidos a partir de procesos diferentes: fundición directa Stalactite (izquierda), cera de inyectar en molde de silicona (centro) y cera fundible de Solid Scape T66BT (derecha).

Si comparamos el resultado de las impresiones, vemos que los anillos impresos con Stalactite no acaban de ser fieles a la geometría del diseño, además de una sutil deformación del aro central.

Tras esta primera experiencia, Stalactite ha hecho las correcciones necesarias para poder mejorar su impresión, teniendo en cuenta estas anotaciones. La siguiente impresión se ha mejorado sustancialmente la definición de la geometría y se ha conseguido que el aro sea totalmente redondo.

En la figura 9.4 se muestra tres fases de la joya: la cera, el modelo en plata recién fundido y el resultado final, el anillo de plata pulida con las partes más profundas oxidadas resaltando así la volumetría del diseño.



Figura 9.4 Fases de la pieza antes de convertirse en un anillo.

He realizado diferentes acabados a las piezas, para comprobar su versatilidad (figura 9.5). He mantenido siempre la parte más profunda oxidada en todas las propuestas. En una de ellas he matizado la superficie exterior en una misma dirección, en otra pieza he dado un acabado rayado con punta de diamante y también he propuesto la opción del anillo pulido.



Figura 9.5 Diferentes acabados del mismo anillo.

En todos los anillos he pulido la parte del aro que está en contacto con el dedo, pues hace que sea más agradable al tacto.

Y para finalizar, muestro unas imágenes de la pieza sobre el usuario (figura 9.6), pues en última instancia la joya es para llevarla.



Figura 9.6 El anillo puesto en la mano.

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.*

Tras esta inmersión en las tecnologías aplicadas a la joyería actual y el análisis valorativo de las aportaciones en este oficio, creo que es evidente que estamos en un momento de cambio de paradigma y de actitud.

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 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. Obvio que no excluyo a los que ya son joyeros y tienen interés en reciclarse profesionalmente. Pero sí que 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.

Las unidades didácticas propuestas todavía no han podido ser puestas en práctica con alumnos de escuelas de joyería, debido a la acotación de tiempo para realizar este TFG. Espero y deseo que en próximos cursos se puedan implementar este tipo de coordinaciones entre módulos de Proyectos y DAO para que se vea de forma sencilla y práctica la aplicación de la tecnología para facilitar el diseño y la fabricación de joyas.

Con la colección Kala he querido mostrar cómo poder poner en práctica la tecnología para hacer realidad una idea. En ese proceso se evidencia que la impresión 3D ha sido un paso más en el proceso de realización, pero no ha excluido mi papel de joyera, con capacidad para darle el acabado delicado y personal a cada una de las piezas.

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 compartido por muchos de ellos. Ahora sólo nos falta recorrerlo.

11.- EQUIPO DE EXPERTOS

Como ya he ido explicando a lo largo de todo este trabajo, he tenido la fortuna de contar con la colaboración de buenos amigos y colegas, expertos en los temas que he tratado. Quiero aprovechar este apartado para presentarlos y agradecerles su participación.

Gracias.



Gemma Amat de Broto (Barcelona, 1961)

gemma.amat@escolamassana.cat
amat.gemma@gmail.com

Licenciada en Bellas Artes, en la especialidad de Pintura. Universidad de Barcelona (UB).

CAP. Certificado de Aptitud Pedagógica. Universidad Politécnica de Cataluña (UPC).

Especialización en gestión de instituciones culturales y estrategias creativas. IESE.

Consultora Creativity Certification Program. ACTITUD CREATIVA.

Ex Directora de *Artesania Catalunya*. Generalidad de Cataluña.

Experta en creatividad aplicada a la artesanía, el desarrollo local y al turismo.

Profesora titular de la Escola Massana, Departamento de Representación.

Actualmente:

Directora de la Escola Massana, Centro Superior de Arte y Diseño adscrito a la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB).

Colabora con la Escuela Universitaria del Maresma (EUM).

Colabora con Barcelona Activa en cursos de formación y consultoría.

Colabora con el Estudio Moliné en el Proyecto Miradas, singular global.

Colabora en proyecto de Ricard Domingo y Carles Codina: *Braincelona*.

Colabora con la Fundación Española para la Innovación en la Artesanía (Fundesarte) y con la Oficina de Relaciones Exteriores del Ayuntamiento de Barcelona en temas de cooperación internacional y consultoría.



Violant Cebrià Pijuan (Mataró, 1971)

cebriapy@diba.cat

Licenciada en Bellas Artes, en la especialidad de escultura, por la Universidad de Barcelona (UB) en el 1995.

La experiencia profesional dentro del campo del diseño y la comunicación ha sido muy variada desde el 1990 y con una clara evolución hacia el entorno digital. En los inicios, diseño aplicado a la estampación textil, bordados, a la pintura y decoración de cerámica y a la decoración de mármoles. Posteriormente, creaciones multimedia, diseño web, diseño de packaging, diseño de imagen corporativa, comunicación y publicidad.

Actualmente impartiendo docencia. Del 1996 y hasta el 2011, en enseñanzas regladas (Bachillerato y ciclos formativos de grado medio y superior) y monográficos en la Escola d'Art i Oficis de la Diputació de Barcelona. Del 2005 al 2010, en talleres de publicidad multimedia, diseño publicitario y autoedición en la Escola Superior de Relacions Públiques de Barcelona. Desde el 2011 y hasta la actualidad, en enseñanzas regladas (Ciclo Formativo de Grado Superior de Ilustración) en la Escola d'Art del Treball del Consorci d'Educació de Barcelona.



Joan Codina Rebull (Barcelona, 1988)

www.codinaorfebres.com

Técnico en Joyería Artística por la Escola Massana y BA (Hons) in Jewellery and Silversmithing por la Birmingham City University. Utiliza diariamente tecnologías CAD/CAM para crear piezas de alta joyería. Es formador autorizado de Rhinoceros (ART), ha impartido cursos de diferentes softwares de joyería, tanto en Barcelona como en Londres, ya sea por cuenta propia o colaborando con diferentes empresas.



Ricard Domingo Nicolás (Barcelona, 1968)

www.ricardomingo.com
www.braincelona.com

Diseñador de joyas diplomado por la Escola Massana de Barcelona, con premio extraordinario de fin de carrera y titulado en joyería y orfebrería por la Escola d'Arts Aplicades i Oficis Artístics Llotja. Sólo acabar sus estudios empieza a diseñar y distribuir colecciones de joyas con su nombre en las mejores tiendas de todo el país realizando multitud de exposiciones y ferias internacionales.

Estilista y coordinador de reportajes de joyas y complementos para el Magazine de La Vanguardia y creativo de producciones fotográficas para catálogos de publicidad de diferentes marcas. Dirige, junto a un equipo multidisciplinar de creativos, su propio estudio como asesor en dirección de arte y diseño para empresas del sector de la joyería.

Profesor del post-grado sobre marketing, imagen y marca para joyeros integrado en los cursos de la Escola Massana y del master internacional *Braincelona*. Ha expuesto y dado conferencias en congresos nacionales e internacionales siendo jurado del Podium Desing de la Feria Inhorgenta en Munich y curador de Ateliers d'art de France.

Presidente de Orfebres FAD 1999-2004, miembro de la junta y presidente de la Sección de Diseñadores y Creativos del Colegio de Joyeros de Cataluña (JORGCC). Comisionado por el COPCA (consorcio de promoción comercial del Gobierno de Cataluña) en misiones internacionales como asesor en desarrollo de producto, imagen y comunicación para pymes y empresas artesanas de países emergentes.

Actualmente especializado en misiones internacionales por medio de la Unión Europea (programa Al Invest) y asesor de Naciones Unidas (International Trade Center) en capacitación a empresas en diseño, innovación y desarrollo del sector de la artesanía y la moda.



Maria Josep Forcadell Berenguer (Barcelona, 1960)

mjforcadell@ono.com

De 1977 a 1982 especialidad de esmaltes sobre metal. *Escola Massana* de Barcelona. Y Licenciada en Bellas Artes por la Universidad de Barcelona.

De 1983 a 1999 profesora en el departamento de joyería en la *Escola d'Arts i Oficis de la Diputació de Barcelona*. Del 2000 al 2011 profesora de la *Escola d'Art del Treball*, departamento de joyería. Ayuntamiento de Barcelona. Y desde el año 2012 profesora de la *Escola d'Art del Treball*, departamento de ilustración. Ayuntamiento de Barcelona.

Desde 1999 combina la pedagogía, la publicación de libros y la creación de obra personal, con el diseño y realización de espacios escultóricos.



Klimt02 (Barcelona, 2002)

www.klimt02.net

Es una plataforma web que ofrece un espacio de conocimiento, información, debates e intercambios dentro del contexto de la joyería contemporánea. Es visitada desde más de 200 países. La creación, el conocimiento, el arte y la joyería son las coordenadas que desde el año 2002 se convirtió en el eje principal del trabajo de Leo y Amador.

Ambos crearon esta plataforma de difusión, que gestionan junto a un grupo de trabajo de profesionales que hacen posible que esta comunidad haya llegado a ser lo que es hoy día. Las personas que han colaborado en diferentes momentos son becarios, técnicos informáticos, diseñadores, directores de comunicación, entre otros.

Leo Caballero: Licenciado en Diseño Industrial y Master en mobiliario y oficina de diseño urbano, Escola Elisava, Barcelona. Restauración de pintura antigua, Escola d'Arts i Oficis de la Diputació de Barcelona.

Amador Bertomeu: Estudios de Filosofía y Documentación en la Universidad de Barcelona.



Pepi Medina Barradas (Barcelona, 1970)

www.pepimedina.com
pepimedina.blogspot.com.es



Diseñadora Gráfica trabajó para estudios de diseño fotográfico y editorial de 1994 a 2008, que abandona por querer probar trabajos más creativos, cercanos y, según dice, con más contacto con las personas y menos marcados por las multinacionales.

Diplomada en Magisterio en 1994 por la UB, trabaja como profesora de primaria del 2008 a 2011. La crisis hace que se replantee de nuevo su profesión. De 2011-2014 estudia el *CFGS Joyería Artística* en la *Escola d'Art del Treball*. En el Proyecto Final se interesa por las nuevas tecnologías aplicadas en Joyería, implementando láser e impresión 3D en sus obras. Mientras, realiza todo tipo de encargos personalizados, usando las últimas tecnologías y también las técnicas tradicionales. Ha participado en exposiciones de Barcelona y Valencia. Es miembro de A-FAD (Artistas y Artesanos del FAD).



Ramon Oriol (Barcelona, 1946)

www.oriol-orfebre.com

Orfebre y diseñador, heredero de una larga tradición de joyeros desde 1854. Ramon Oriol ha impulsado a lo largo de su trayectoria profesional el diseño industrial en joyería.

Realizó la colección de anillos de luz, que fue primicia mundial, entre otros proyectos, en los que siempre ha vinculado la autoría con el diseño industrial así como la experimentación y la investigación con nuevos materiales como la cerámica, el esparto, la piel y la madera.

Ha participado en ferias internacionales y ha expuesto en Paris, Tokio, Milán, Estocolmo y Nueva York. Ha sido miembro fundador y presidente de la Agrupación de Orfebres FAD y miembro del Consejo Directivo del FAD.

Actualmente dirige e imparte clases en el Postgrado de Diseño de Joyería Alternativa en ELISAVA.



Viktor Varga (Budapest, 1971)

www.vsign.hu

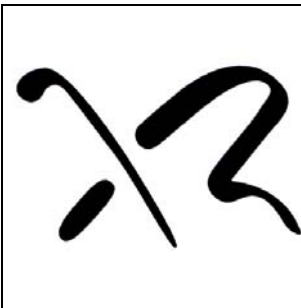
1990-1992 Escuela Técnica de Joyería, Budapest.

1996-2001 Universidad Húngara de Arte y Diseño MOME, Budapest.

Viktor Varga tiene una amplia gama de conocimientos técnicos y experiencia en las técnicas tradicionales de orfebrería, pero su principal base de trabajo se centra en las altas tecnologías como CAD y prototipado rápido.

Viktor también trabaja en la Escuela Técnica de Joyería de Budapest como profesor de Tecnología.

En 2010 ganó el premio "Jewellery of the Year" con el anillo *Homo Sapiens*.



Fundación ÁNGEL REGUERA

Viladomat, 106, 1º Barcelona
933236482
fundicioreguera@hotmail.com



Stalactite

Joan d'Àustria, 95 2-3 Barcelona
932505537
www.stalactite3d.com



Sandra Yelo Sánchez (Murcia, 1979)

sandrayelo@gmail.com
www.sysjoyas.blogspot.com

Diplomada en Ingeniería Técnica en Diseño Industrial en la Universidad Politécnica de Valencia (1998-2001), obtiene una beca Erasmus para realizar el PFC en el Politécnico de Milán. Durante su estancia en Italia (2001-2002), se inicia en el mundo de la joyería en la Scuola Orafa Ambrosiana.

Posteriormente se traslada a Barcelona para cursar el ciclo formativo en la Escola d'Art del Treball, obteniendo el título de Técnico Superior de Artes Plásticas y Diseño en Joyería Artística (2002-2004). Desde 2007 es profesora del ciclo formativo de grado superior de joyería artística en la Escola d'Art del Treball (Barcelona) en las materias de proyectos, modelado y maquetismo y taller de joyería. También es coordinadora de FCT (prácticas en empresa) y responsable de las becas Erasmus.

Es miembro fundador del colectivo de joyeros Pepita de oro (2006-20012) con el que ha realizado exposiciones, desfiles y conferencias. Ha sido socia y miembro de la junta directiva con cargo de tesorera de Orfebres FAD (2007-2008) y de A-FAD desde 2009. Organiza los premios Enjoia't desde 2007, colabora con Espaijoia desde 2012, ha sido comisaria de JOYA en 2012, coordinadora de Projecte SAL y miembro del jurado del IV premio internacional Arte y Joya 2013 (Grupo Duplex).

Ha mostrado sus creaciones en exposiciones y ferias en diversos puntos de España, Europa y China.

12.- FUENTES

12.1 BIBLIOGRAFÍA

AA.VV. *Otras miradas sobre la Artesanía*. Barcelona, Ediciones Escola Massana, 2009. ISBN 84-9333257-7-5

GASPAR, M. *Lujo Interior, Joyería Contemporánea Internacional*. Barcelona, CaixaForum, 2003. ISBN 84-7664-814-6

CODINA, C. *La joyería*. Barcelona, Ediciones Parramón, 2000. ISBN 84-342-1762-7

12.2 WEBGRAFÍA

Libro digital "**Ten years after studio r2**": www.r2bcn.com/ten-years-after.html

Escola Massana "**Joyería, Arte y Naturaleza en Serraduy**" www.esp.serraduyjans.es

Iberiona 2009 www.iberiona.blogspot.com.es

Creative commons es.creativecommons.org/blog/

Concepto klimt02 Gallery: klimt02.net/gallery/info/about_us.php

Artículo de Manuel Villena, ***Semantics of the word "jewel"***:

http://klimt02.net/forum/index.php?item_id=931

Artículo de Benjamin Lignel, ***What does Contemporary Jewellery mean?***

http://klimt02.net/forum/index.php?item_id=7624

Artículo nuestro sobre CJ, ***Market, lies and websites: Klimt02 versus Klimt02*** :

http://klimt02.net/forum/index.php?item_id=953

