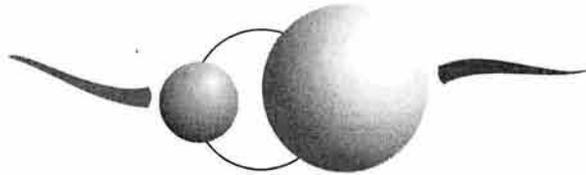


338098

---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**POSGRADO EN DISEÑO INDUSTRIAL**  
**MAESTRÍA EN DISEÑO INDUSTRIAL**

**PROCESOS DE MANUFACTURA APLICADOS A LA JOYERÍA EN ORO Y PLATA**  
**-Una guía para el diseñador industrial-**



TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN DISEÑO INDUSTRIAL PRESENTA:  
D. I. ROJAS ARAGÓN JOSUÉ DENISS

México, 2004





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



Autorizo a la Dirección General de Bibliotecas de la UNAM a difundir en formato electrónico e impreso el contenido de mi trabajo recepcional.

NOMBRE: JOSUÉ DENISS  
ROJAS ARAGÓN

FECHA: 11/Nov/09

FIRMA: [Signature]

**ESTA TESIS NO SALE  
DE LA BIBLIOTECA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

ING. ULRICH SCHÄRER SÄUBERLI

**SINODALES:**

PROF. ALBERTO DÍAZ DE COSSÍO  
MDI. ANA MARÍA LOSADA ALFARO  
MDI. CECILIA FLORES SÁNCHEZ  
MTRO. MIGUEL ROMERO GRIEGO



*A mi Mamá y Hermanos  
Por todo su apoyo incondicional, sus palabras de aliento, paciencia y amor en todo momento*

*A todos mis profesores  
Por su dedicación, esfuerzo y apoyo que durante toda la elaboración de este trabajo me brindaron*

*A mis amigos y compañeros  
Por la compañía, apoyo y ayuda que me dieron durante toda la maestría*



**-INDICE-**

<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>7</b>
<b>I. ANTECEDENTES</b>	
1. Orfebrería, metalistería y joyería.....	9
2. El oro y sus características	
<i>Ficha técnica del oro.....</i>	10
<i>Descripción del metal y sus características.....</i>	10
Obtención.....	10
<i>El oro en la vida diaria.....</i>	11
3. La plata y sus características	
Ficha técnica de la plata.....	13
<i>Descripción del metal y sus características.....</i>	13
Obtención.....	13
Aplicaciones de la plata en la vida diaria.....	14
4. Métodos de extracción de plata y oro.....	17
5. El empleo de oro y plata en joyería .....	17
6. Historia de la joyería en México.....	18
<i>La época prehispánica.....</i>	19
<i>La orfebrería novohispana.....</i>	23
<i>La platería en México.....</i>	29
7. Principales Estados productores de oro y plata en el país.....	30
<b>II. LA INDUSTRIA JOYERIA</b>	
1. La industria joyera a nivel mundial.....	31
2. El oro	
Producción mundial.....	31
<i>Distribución de la Oferta y la demanda de oro a nivel mundial.....</i>	33
<i>Demanda de joyería en oro por país.....</i>	34
<i>Oferta y demanda de joyería en oro a nivel mundial.....</i>	35
<i>Tipos de joyería en oro en el mercado mundial.....</i>	35
Joyería de adorno.....	36
Joyería de Inversión.....	36
3. La plata	
Producción mundial.....	36
<i>Distribución de la oferta y la demanda de plata a nivel mundial.....</i>	37
Producción de joyería en plata.....	38
<i>La joyería de plata en el mercado mundial.....</i>	39
4. Consumo en México	
Oro.....	40
Plata.....	41
5. Conclusiones.....	41
<b>III. PROCESOS DE MANUFACTURA EN MÉXICO</b>	
1. Determinación de los procesos más empleados en la manufactura de joyería en México.....	43



2. Consejo Mundial del Oro.....	43
3. Oferta de equipo expo- joya Guadalajara octubre 2003.....	44
4. Ofertas educativas.....	47
5. Consulta con la Cámara Nacional de Joyería y Platería.....	48
6. Análisis de la información.....	48
7. Resultados.....	51
8. Conclusiones.....	51
<b>IV. LA JOYERÍA Y EL DISEÑO</b>	
1. La importancia de los Procesos Productivos en el Diseño Industrial.....	53
2. El Diseño Industrial dentro de la Joyería.....	56
3. La enseñanza de la joyería en la carrera de diseño industrial.....	60
<b>V. PROCESOS MASIVOS DE MANUFACTURA EMPLEADOS EN MÉXICO</b>	
1. Elaboración a mano	
Aleaciones.....	71
Laminado.....	78
Trefilado.....	83
Elaboración de tubos.....	86
Calado.....	89
Recocer.....	92
Soldar.....	94
Acabados.....	99
2. Fundición por cera perdida.....	116
3. Troquelado.....	122
<b>VI. OTROS PROCESOS</b>	
1. Procesos Complementarios	
Engastado de piedras.....	129
2. Procesos artesanales	
Grabado al Agua Fuerte.....	136
Esmaltes.....	140
Embutido.....	152
Repujado.....	155
3. Procesos con tecnología de vanguardia	
Automatización de procesos y nuevas tecnologías.....	160
<b>VII. CONCLUSIONES.....</b>	<b>163</b>
<i>Anexos</i>	
Anexo A.....	167
Anexo B.....	169
Anexo C.....	170
<b>VIII. GLOSARIO .....</b>	<b>173</b>
<b>IX. FUENTES CONSULTADAS.....</b>	<b>175</b>



## INTRODUCCIÓN

El objetivo de la presente tesis es resaltar la importancia que tiene el diseño de joyería, no sólo como un campo sin explotar por los profesionales del diseño industrial, sino como una oportunidad para desarrollar una industria tan importante y con gran potencial como es la joyería de oro y plata. Partiendo de que el diseño industrial puede funcionar como una estrategia de mercado, que México es el principal productor de plata en el mundo y que la tradición joyera ha existido en México desde antes de la llegada de los españoles, podemos decir que el diseño de joyería puede perfilarse como un campo lleno de oportunidades y de grandes beneficios tanto para la profesión como para el país en general. Para lograr lo anterior se enfatiza en la relación existente entre diseño y el conocimiento de los procesos productivos involucrados en la joyería, que nos llevará al aterrizaje de propuestas viables y coherentes, acordes al equipo con que cuenta el empresario nacional.

En el capítulo uno se presentan los antecedentes del tema. Se aclaran conceptos relacionados a las diferentes actividades que involucran plata y oro como principal materia prima, se habla del oro y sus principales características, los métodos de obtención, la parte simbólica que el hombre confiere al metal y por supuesto las aplicaciones en donde se ve inmerso el oro, se habla sobre el aprovechamiento de las características que sólo el oro tiene contra cualquier otro material. Todo lo anterior se aborda también para la plata que es el otro metal que nos interesa en este trabajo y que es igual de importante que el oro dentro de la joyería. Posteriormente se hace una descripción breve sobre los principales métodos de extracción que se aplica al oro y a la plata. Se revisa rápidamente un breve acercamiento al empleo de estos dos metales en la joyería y sus principales aleaciones en la industria. La historia en México de la joyería es revisada desde la época prehispánica, pasando por la orfebrería novohispana, para después introducimos a la maravillosa platería desarrollada en México. Por último se revisa cuales son los principales estados productores del país para ubicarnos un poco en el contexto nacional.

En el capítulo dos se profundiza en la industria joyera primero a nivel mundial y después en el nacional. A nivel internacional se abordan temas como la producción, la oferta y la demanda tanto del oro como de la plata, los tipos de joyería en cada uno de los mercados y sus características. En el ámbito nacional se da un panorama sobre el consumo de ambos tipos de joyería, para luego hacer conclusiones sobre esta información. Cabe mencionar que los datos sobre el oro sólo son accesibles si se compran las publicaciones donde se analiza el mercado del oro a nivel mundial, este producto es ofertado por la *Gold Fields Mineral Service* y su costo no fue contemplado para su empleo en la presente tesis, sin embargo se pudo tomar como referencia algunos de los reportes que dicha consultora presentó al Consejo Mundial del Oro (WGC) y que fueron suficientes para hacer un escenario actual de la industria joyera internacional y nacional. En el caso de la plata se logró obtener el reporte completo del año pasado, pero carecía de los mismos datos que fueron presentados para el análisis del mercado del oro, por lo que no se pudo comparar contra la producción de joyería en plata registrada. Así mismo los datos recabados por el INEGI son bastante deficientes, efectivamente brindan datos pero son insuficientes y puede llegar a ser bastante imprecisos, alejándose de la realidad fácilmente.

En el capítulo tres se analizan diferentes fuentes de información con el fin de conocer cuales con los principales procesos de manufactura masiva aplicados en la fabricación de oro y plata en México, lo cual nos lleva a visualizar el escenario nacional de la industria joyera. Entre los problemas que se presentaron para realizar una investigación de campo directa fueron: el hermetismo característico de muchas industrias artesanales debido quizá al celo sobre el conocimiento que se posee, la desconfianza generalizada por la inseguridad y la gran cantidad de valores que se manejan dentro de los talleres. Por ello es que se optó por investigar múltiples fuentes de información aparentemente indirectas que reflejan la situación de la industria joyera. Las fuentes consultadas son: el Consejo Mundial del Oro en su página de Internet; la oferta de maquinaria, equipo y herramienta presentada en la Expo-Joya Guadalajara; las ofertas educativas sobre joyería presentes básicamente en el distrito federal y por último la consulta directa a la Cámara Nacional de Joyería y Platería que es el organismo bajo el cual se agrupa la mayor parte de las empresas del ramo.



En el cuarto capítulo se presentan una serie de ensayos que reflexionan acerca del diseño y la joyería. Temas como la importancia de los procesos productivos en el diseño industrial; el diseño industrial dentro de la joyería; y la enseñanza de la joyería en la carrera de diseño industrial, son abordados y desarrollados como un primer esfuerzo por vislumbrar la situación en la que se encuentra la joyería y sobre todo como se está abordando a nivel licenciatura en las universidades del distrito federal y área conurbana

En el capítulo cinco se presenta una descripción básica y elemental de los procesos masivos de manufactura empleados en México, derivados del capítulo tres. Dichos procesos son descritos, ejemplificados con imágenes, se hace una breve descripción de las aplicaciones que tienen, el tipo de producción que proporciona, observaciones importantes que deben tomarse en cuenta y se mencionan diferentes fuentes donde se puede profundizar diferentes aspectos para complementar la información presentada. El fin de presentar toda esta información es que el diseñador industrial que este interesado en diseñar joyería o que se encuentre diseñando, pueda tener una visión más amplia sobre la industria y sobre aquellos procesos que pueden representar un camino de desarrollo o contar con la información adecuada para la correcta planeación y aterrizaje de sus propuestas de diseño.

En el capítulo seis se presentan aquellos procesos de manufactura que consideramos complementarios para un quehacer eficiente en el diseño de joyería, presentando también procesos que pueden ser un camino hacia un diseño más artístico pero con las características necesarias para ser producidas por manos artesanales, todo bajo una perspectiva donde se considera la magnífica mano de obra con que se cuenta en el país. La última parte del capítulo aborda el tema de las nuevas tecnologías aplicadas a la industria joyera, las cuales permiten una gran versatilidad en la implementación del diseño hacia la producción o el desarrollo de nuevos productos.

Con respecto al capítulo siete se presentan las conclusiones del este trabajo. Mientras que en el ocho se encuentra un pequeño glosario de términos. Y por último en el capítulo nueve se enlistan todas las fuentes de consulta que se tomaron en cuenta para la elaboración de esta tesis.



## I. ANTECEDENTES

### 1. Orfebrería, metalistería y joyería

Para tener una mejor perspectiva acerca del tema necesitamos primero que nada analizar algunas definiciones relacionadas con el trabajo artesanal de los metales. Entre estos conceptos nos encontramos con la joyería, orfebrería y metalistería que son actividades que de alguna manera se relacionan con la producción de joyas en oro y plata, sin embargo las actividades y enfoque son diferentes. De esta manera tenemos las siguientes definiciones que están enfocadas a aclarar estos conceptos:

*joyería*.<sup>1</sup> 1. f. Tienda de joyas. 2. Taller donde se fabrican joyas. 3. Arte o comercio de joyas.

*joyero-ra*.<sup>1</sup> 1. n. Persona que hace o vende joyas. 2. m. estuche para joyas.

*joya*<sup>1</sup>. 1 f. Objeto de adorno personal o de otra clase u objeto de uso, hecho de materiales ricos, principalmente de metales y piedras preciosas ≈ Alhaja. 2. (n. Calif.) Se aplica a una cosa de valor extraordinario, aumentado por ser única o difícil de encontrar: "esta mantilla es una joya". 3 (n. Calif.) Persona de muy buenas cualidades. Se usa mas irónicamente: "buena joyita esta hecha la niña".

*orfebrería*<sup>1</sup>. Arte de hacer objetos artísticos con metales preciosos. (Ant. «orfre» v. «platers»).

*orfebre*<sup>1</sup>. (Del fr. «orfèvre», del lat. «aurifáber», artesano del oro). *Hombre que trabaja en orfebrería*.

*metalistería*<sup>1</sup>. Arte del metalista.

*metalista*<sup>1</sup>. Artesano que trabaja en metales (V. «metalico»)

Con las definiciones anteriores podemos ver que el trabajo común que todos tienen es el manejo artístico y artesanal de los metales. Mientras la Metalistería se refiere a las artes decorativas, es decir cualquier objeto que tenga metal o sea de metal, puede ser o no precioso. En el caso de la Orfebrería se refiere a objetos artísticos de metales preciosos, pudiendo ser objetos personales, pero más bien se refiere a objetos y no tanto a accesorios personales. Y por último la joyería se refiere a la producción de accesorios personales especialmente en metales y piedras preciosas.

Sin embargo cabe aclarar que no necesariamente deben ser de metales y piedras preciosas, debido a que también existe la joyería de fantasía y la joyería experimental, entre otras, el punto común es que en todas ellas se produce un objeto (acesorio personal) que embellece el cuerpo humano, hecho de cualquier material. Por ello para efectos del presente trabajo nos referiremos a la joyería hecha en oro y plata, para especificar el material y poder dar el tratamiento adecuado al texto y ubicarnos en el contexto.

<sup>1</sup> Moliner, María, "Diccionario del uso del español", Tomo H-Z, Madrid, España, 1981, Gredos



## 2. El oro y sus características

### *Ficha técnica del oro*

Nombre del mineral: Oro  
Símbolo químico: Au  
Color: Amarillo propio, amarillo de latón, amarillo dorado, amarillo intenso  
Raya: Amarilla dorada brillante  
Brillo: Metálico (es un metal muy brillante)  
Dureza: 2,5, a 3, en la escala de Mohs  
Punto de ebullición: 2970 ° C  
Punto de fusión: 1063 °C,  
Densidad a 20 °C: 9,3 g/cm<sup>3</sup>  
Número Atómico: 79  
Clase o grupo: Elemento nativo  
Subclase: Metal Precioso  
Características principales: Ductilidad y maleabilidad.

### *Descripción del metal y sus características*

El oro se clasifica como metal pesado y noble. El oro es de color amarillo y tiene un brillo lustroso. En general este metal es sólido, no deja pasar la luz, se puede transformar en hilos, barras y chapas y su brillo es metálico. Es uno de los elementos más densos: 1 dm<sup>3</sup> de oro tiene una masa de 19.3 kg.

Etimológicamente la palabra oro deriva del latín "*aurus*", que quiere decir "aurora resplandeciente" o "amanecer radiante".

El oro en estado puro se distingue también por su maleabilidad (es el metal más maleable y dúctil). Es posible hacer un hilo de 10 km sólo con 2.9 gr. Así mismo con 10 gr de oro puede formarse una lámina translúcida de 3.5 m<sup>2</sup>.

El oro tiene otras propiedades como la reflexión, resistencia a la corrosión, es muy buen conductor eléctrico y térmico, lo que le da un sinnúmero de aplicaciones, posee excelentes propiedades reflejantes a la luz a los rayos infrarrojos. Es algo volátil por debajo de su punto de ebullición.

Es uno de los metales menos reactivos químicamente. No pierde lustre, ni le afecta el aire, el calor, la humedad ni la mayoría de los disolventes. Es inerte en soluciones fuertemente alcalinas y en todos los ácidos puros, menos el ácido selénico. Sólo es soluble en agua de cloro, agua regia (mezcla de ácido clorhídrico y ácido nítrico) o una mezcla de agua y cianuro de potasio. Debido a su no-reacción química, se le suele encontrar en su estado natural. El oro se disuelve con facilidad en mercurio para formar amalgamas.

### *Obtención*

El oro se encuentra distribuido por todo el mundo, pero es muy escaso, de tal suerte que es un elemento raro. Ocupa el lugar 75 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre. Su presencia en la corteza terrestre es de 0,0011 ppm.



Casi siempre se da combinado con cantidades variables de plata. La aleación natural oro-plata recibe el nombre de oro argentífero o electro. La mayor parte del oro de los criaderos auríferos se haya en estado de metal libre, finamente dividido. Los yacimientos se agotan rápidamente, por la avidez e intensidad con que se explotan, y así resulta que son pobres en oro los países de antigua civilización.

Además, el oro se encuentra en las menas de los yacimientos de polimetales: cobre, metales raros, uranio y otras, de las cuales se extrae simultáneamente.

Para conseguir 10 gramos de oro, debe extraerse alrededor de una tonelada de roca a una profundidad de más de 3,000 metros. El procesar y purificar oro es muy costoso por ello la cantidad de oro extraído hasta el momento es tan pequeña: 90.000 toneladas, aproximadamente que cabría en un cubo de sólo 18 metros de lado.

### *El oro en la vida diaria*

Cerca de tres cuartas partes de la producción mundial del oro se consume en joyería. Sus aplicaciones industriales, especialmente en electrónica, consumen 10-15%. El remanente está dividido entre los empleos médicos y dentales, acuñación, reservas en metal y monetarias para el gobierno y particulares.

Podemos hacer una división general de la importancia del oro dentro de las actividades humanas. Esta división consta de dos partes primordiales, su uso y su valor.

Dentro de los usos que el hombre ha dado al oro tenemos:

- *Asuntos económicos:* Como medio de cambio al emplearse en la acuñación de monedas (se cree que las primeras monedas fueron acuñadas en 670 a. C. por el Rey Gyges de Lydia, en Turquía. El rey Croesus acuñó monedas con 98% de oro en el año 550 a. C. Cerca de 500 años después Julio Cesar acuñó monedas para pagar a la Legión Romana, como respaldo de dinero circulante en algunos países (patrón oro) al mantenerse en las reservas de los bancos nacionales, cerca de una cuarta parte de todo el oro que existe (34.000 toneladas) es usado como parte de reservas internacionales de gobiernos, bancos centrales e instituciones financieras, como seguridad en inversión a largo plazo al ajustarse el precio del mismo según las variaciones del mercado y las condiciones políticas
- En la medicina: En la actualidad se emplea una solución ingerible, que contiene partículas de oro radiactivas, la cual hace que los órganos del cuerpo resulten visibles en un aparato especializado facilitando así su examen. Obteniéndose una representación exacta de la radiación acumulada en el tejido. Algunas otras aplicaciones del oro en medicina se encuentran en el tratamiento del cáncer (con isótopo de oro 198) y en la fabricación de instrumental quirúrgico para operaciones de cerebro. Al no oxidarse y no estar sujeto a ningún otro tipo de degeneración química en el cuerpo humano, el oro es preferido sobre cualquier otro material en técnicas dentales. Las propiedades antialérgicas del oro han hecho que su utilización permanezca en crecimiento aun con la aparición de nuevos materiales dentales.
- En ámbitos tecnológicos. Para encontrar, extraer y procesar el oro se necesita un nivel muy alto de conocimientos técnicos. Gracias a su gran resistencia a la tracción y al calor, los campos de aplicación del oro en la tecnología moderna son múltiples. Los reactores nucleares están revestidos de una capa de oro. En electrónica la fabricación de semiconductores, para conectar transistores y circuitos integrados son hechos de oro. Los cables que se utilizan en las profundidades submarinas están protegidos contra la corrosión con una capa aislante de oro. En el espacio, el oro se usa en los filtros solares cósmicos y como protección contra el calor. Gran parte de los módulos lunares están recubiertos por una capa de oro, el aislante térmico más ligero que se conoce.



- En Joyería. El empleo en joyería es el más importante uso que se le da, se destinan aproximadamente tres cuartas partes de la producción mundial a este sector. Las joyas más estimadas están fabricadas en oro, siendo una cualidad la inhabilidad de reaccionar con el aire o con el agua uno de los factores más importantes para obtener joyas de durabilidad, el lustre que se obtiene de su superficie es notable con respecto a otros metales, y junto con su maleabilidad producen una joya de verdadera calidad, y de grandes posibilidades artísticas. (Véase capítulo V)
- Aplicaciones decorativas. Incluyen placas decorativas, relojes, lapiceros, aros de anteojos. También se utiliza para decoración de platos de porcelana. El más espectacular uso del oro es en los domos de techos de edificios. Recientemente el oro ha sido utilizado para revestir los vidrios de las ventanas de edificios, como forma de disminuir los costos de calefacción y aire acondicionado.

EL oro ha sido siempre el material más valioso que se puede imaginar. Por ello ha asumido múltiples funciones de tipo simbólico en la vida del hombre entre las que encontramos:

- Signo de triunfo reconocido. Al emplearse como material de los objetos que representan la excelencia y el éxito obtenido (como por ejemplos las medallas de oro de los juegos olímpicos).
- Como símbolo del amor. Al ser un metal que se mantiene inalterado en la mayor parte de las circunstancias, aunado a si mismo valor. Es empleado como símbolo de afecto, compromiso, pureza y unión e inmortalidad (como ejemplo tenemos los anillos de compromiso o las argollas de matrimonio).
- Como medio de expresión artística. La característica del oro de ser un material indestructible, se convirtió en la materialización de la eternidad. Es por esto (y otras razones simbólicas) que los artistas han escogido el oro como modo de expresión en sus trabajos destinados a honrar a Dios (como se puede apreciar en cruces, custodias, estatuas, altares, etc.). Incluso en el campo del arte profano, los artistas han aprovechado durante siglos esta combinación única de efecto decorativo, posibilidades de manipulación y valor simbólico que el oro ofrece para poder expresarse.
- Como símbolo de poder y cultura. Antiguamente las culturas que lo poseían lograban desarrollarse notablemente en todas las áreas, ello propició el desarrollo de grandes culturas, de esta manera se iba produciendo influencia y dominio en otros pueblos, lo cual llevó a la búsqueda y posesión de tan preciado metal resultando muchas veces en el descubrimiento de nuevos continentes y en la conquista de otros pueblos.
- Como factor de asentamientos humanos. En toda la historia de la humanidad ha existido el deseo de poseerlo. Ello ha llevado a algunos individuos a internarse en zonas poco exploradas, esto desemboca en el nacimiento de nuevos pueblos y ciudades al encontrarse alguna veta o mina, provocando el asentamiento acelerado de buscadores de oro. Un caso en México de dicho fenómeno es el de Taxco que floreció al encontrarse minas de plata en la zona, cosa que en la actualidad no existe ya, las minas se terminaron y la plata es traída desde Zacatecas, otro caso es el del pueblo Real de Catorce.
- Como estimulante de la imaginación social. Las propiedades del oro y sus características han estimulado la imaginación del hombre en todas las épocas. En la mitología griega el oro era usado por dioses en forma de accesorios, armas, muebles o vehículos. Los españoles que llegaron a América soñaban con "El dorado" una tierra en donde supuestamente, todo era de oro. Hasta los niños saben que el oro es algo especial, valioso, un metal para reyes y emperadores, ya que es la imagen que los cuentos y las leyendas reflejan.



### 3. La plata y sus características

#### *Ficha técnica de la plata*

Nombre del mineral: Plata

Símbolo químico: Ag

Color: plata, blanco brillante, blanco-grisáceo

Raya: Amarilla dorada brillante

Brillo: Metálico

Dureza: 3.25 en la escala de Mohs

Punto de ebullición: 2,210° C

Punto de fusión: 962 °C,

Densidad a 20 °C: 10.5 g/cm<sup>3</sup>

Número Atómico: 47

Clase o grupo: Metal de transición

Subclase: Metal Precioso

Características principales: es el mejor conductor de la electricidad, suave, dúctil, maleable y alta reflectividad de la luz

#### *Descripción del metal y sus características*

La plata es el mejor conductor de la electricidad, es bastante dúctil, maleable y cuando se el pule obtiene un lustre bastante alto capaz de reflejar más de 97% de la luz.

La plata se conoce y se ha valorado desde la antigüedad como metal ornamental y de acuñación. Los alquimistas la llamaban el metal Luna o Diana, por la diosa de la Luna, y le atribuyeron el símbolo de la luna creciente.

Químicamente, la plata no es muy activa. Es insoluble en ácidos y álcalis diluidos, pero se disuelve en ácido nítrico o sulfúrico concentrado, y no reacciona con oxígeno o agua a temperaturas ordinarias. El azufre y los sulfuros atacan la plata, y el deslustre o pérdida de brillo se produce por la formación de sulfuro de plata negro sobre la superficie del metal. Los huevos, que contienen una considerable cantidad de azufre como componente de sus proteínas, deslustran la plata rápidamente. Las pequeñas cantidades de sulfuro que existen naturalmente en la atmósfera o que se añaden al gas natural doméstico en forma de sulfuro de hidrógeno (H<sub>2</sub>S), también deslustran la plata.

#### *Obtención*

La plata ocupa el lugar 66 en abundancia entre los elementos de la corteza terrestre. No existe apenas en estado puro (plata nativa), sin embargo, la mayor parte de las veces se encuentra en minerales que contienen compuestos de plata.

Los sedimentos más notables de plata pura están en México, Perú y Noruega, donde las minas han sido explotadas durante años. La plata pura también se encuentra asociada con el oro puro en una aleación conocida como oro argentífero, y al procesar el oro se recuperan considerables cantidades de plata. La plata está normalmente asociada con otros elementos (siendo el azufre el más predominante) en minerales y menas. Algunos de los minerales de plata más importantes son la cerargirita (o plata córnea), la pirargirita, la silvanita y la argentita. La plata también se encuentra como componente en las menas de plomo, cobre y cinc, y la mitad de la producción mundial de plata se obtiene como subproducto al procesar dichas menas. La mayoría de la plata extraída en el mundo procede de México, Perú, Canadá, Estados Unidos y Australia.



### *Aplicaciones de la plata en la vida diaria*

La demanda para la plata se construye en tres pilares principales: Usos Industriales y decorativos, Fotografía, y Joyería y Cubiertos. Estas tres categorías representan más de 95 por ciento del consumo anual de plata.

En 2003, 351 millones de onzas de plata fueron utilizadas para los usos industriales, mientras que alrededor de 196 millones de onzas de plata fueron confiados al sector fotográfico, y 266 millones de onzas fueron consumidas en los mercados de la joyería y cubiertos.

Las razones por la que la plata es muy demandada corresponden a las características únicas que tiene el metal por sí solo: su fuerza, su maleabilidad, su ductilidad, su conductividad eléctrica y termal, su sensibilidad a y alta reflexión de luz y la capacidad de aguantar gamas de temperaturas extremas. Las características únicas de la plata restringen su sustitución en la mayoría de los usos.

A continuación se presentan varias de las áreas donde es empleada la plata:

#### **Baterías**

Muchas baterías, recargables y disponibles, se fabrican con aleaciones de plata para el cátodo. Aunque son costosas, las células de plata tienen características superiores del energía contra peso que sus competidores. La batería de plata proporciona los voltajes más altos y una vida larga requeridos para los relojes de cuarzo. Anualmente se surten 1000 millones de baterías de óxido de plata-zinc a mercados mundiales

#### **Cojinetes**

Los cojinetes de acero electroplateados con plata de elevada pureza tienen mayor resistencia a la fatiga y soportan mayor capacidad de carga que cualquier otro tipo, por lo que son usados en aplicaciones de alta tecnología y resistencia. Estos cojinetes se emplean básicamente en los motores de las aeronaves actuales.

#### **El soldar y el soldar**

La plata facilita ensamblar materiales y produce empalmes lisos, sin fugas y resistentes a la corrosión. Las aleaciones de plata para soldar se utilizan extensamente en aire acondicionado, equipo de refrigeración, en el equipo de distribución de energía en el sector eléctrico. También se utiliza en los automóviles y las industrias aeroespaciales.

Las soldaduras de plata combinan alta fuerza extensible, ductilidad, conductividad termal, con permeabilidad inusual a la mayoría de los metales más el valor agregado de ser bactericidas.

En el año 2003, 37.5 millones de onzas de plata fueron utilizadas en soldadura.

#### **Catalizadores**

Uno de los grandes descubrimientos de la química es aumentar la eficacia en las reacciones químicas con la presencia de otros elementos o compuestos que no formen parte en la reacción. Hace cientos años fue descubierto que la plata era uno de esos elementos.

Se estima que unas 700 toneladas de plata están en uso continuo en la industria química del mundo para la producción de dos compuestos esenciales en la industria de los plásticos. Uno es el óxido del etileno y el otro es el formaldehído de alcohol metílico ambos componentes imprescindibles en el desarrollo de la industria plástica.

La plata fundida absorbe diez veces su volumen en oxígeno. Al congelarla, la contracción de la plata expulsa vigorosamente el oxígeno; una actividad peligrosa conocida como expectoración.

#### **Monedas**

La plata, siendo un metal raro y noble, ha sido siempre el medio de intercambio más aceptado desde tiempos antiguos. Y siguen siendo hoy el medio del intercambio dondequiera que el papel moneda no sea aceptado.



Hasta la a fines del siglo XIX en la mayoría de las naciones se empleaban las monedas de plata como usos cotidiano, sin embargo lentamente fueron sustituidas y relegadas a un concepto de moneda-lingote para los inversionistas.

México es el único país que actualmente usa la plata en monedas de circulación. Durante la última década, Estados Unidos, Canadá y México comenzaron a emitir monedas puras que son vendidas por su valor como lingote y no como su valor nominal o valor de la cara.

En 1982, México comenzó a emitir las monedas Libertad con plata a un 99.9% pura, en pesos desde 1/20 onza a 5 onzas; aproximadamente se han vendido 20 millones de monedas. Los ESTADOS UNIDOS emite una moneda desde 1986 con 99.9% de pureza con un valor nominal de 1 dólar y con peso de 1 onza, de los cuales se han vendido aproximadamente 100 millones de monedas.

<b>Los 16 mayores emisores de monedas y medallas de plata en el 2003</b> <i>(en millones de onzas)</i>	
Estados Unidos	12.5
Alemania	11.2
Republica de China	2.4
Australia	1.3
España	1.1
México	1.0
Portugal	0.8
Francia	0.5
Reino Unido e Irlanda	0.5
Austria	0.4
Suiza	0.4
Rusia	0.4
Tailandia	0.3
Canadá	0.3
Polonia	0.3
Países bajos	0.2
Todos los demás países	1.6
<b>TOTAL</b>	<b>35.3</b>

### Eléctrico

La plata es el mejor conductor eléctrico de todos los metales y por lo tanto se utiliza en muchos usos eléctricos, particularmente en conductores, interruptores, contactos y fusibles.

La plata es el metal ideal para los interruptores de contacto por que no se corroe, lo daría lugar a un sobrecalentamiento y que podría iniciar un incendio. Por ello se emplea en interruptores ordinarios aumentando con ello la seguridad de los usuarios y la calidad del producto.

Otras cualidades que posee para su empleo en interruptores son: la alta conductividad térmica, su resistencia al desgaste mecánico, su estabilidad química (no corroe), la baja formación de película aislante (que es una película aisladora de carbón que se forma como consecuencia de los arcos eléctricos y que puede alterar el funcionamiento del interruptor), y su rentabilidad al proporcionar una larga vida.

El uso de la plata para los interruptores que controlan motores es universal. Sus aplicaciones van desde el hogar



hasta el automóvil. Casi la mitad de los 20 millones de onzas troy de plata que son consumidas anualmente en los E.E.U.U., son utilizadas para controles de motor.

#### Electrónica

Las aplicaciones de la plata en electrónica incluyen interruptores de membrana (en teclados de computadoras de escritorio y portátiles, teléfonos celulares, hornos de microondas, controles remotos, etc.), las ventanas del automóvil eléctricamente calentadas (para limpiar de hielo o vapor el cristal trasero), y los pegamentos o adhesivos conductores (resinas epoxicas con partículas de plata que la hacen altamente conductiva y permiten redes conductoras). La aplicación de redes conductoras y la propiedad de la magnetorresistencia redescubierta en películas son un camino potencial para el desarrollo de nuevos y mejores sistemas de almacenaje en computadoras personales

#### Electrochapado

La galvanoplastia con plata se utiliza en una variedad amplia de usos tales como: los adornos del árbol de Navidad, cuchillería, equipo y material eléctrico, y mercancía de porcelana entre otros.

#### Joyería y cubiertos

La plata posee las calidades de trabajo similares al oro pero goza de mayor reflectividad y puede alcanzar un pulimento más brillante que cualquier metal.

#### Aplicaciones Médicas

La plata se emplea desde tiempos antiguos para purificar el agua. Algunos pioneros en América guardaban sus monedas de plata en los barriles de agua para mantenerla limpia. La plata se usa en el tratamiento de quemaduras para matar bacterias y permitir que el cuerpo sane naturalmente el área afectada. También se utiliza en la manufactura de algunos catéteres para evitar algunas infecciones.

#### Espejos y otras capas

La reflectividad óptica única de plata, y su propiedad de reflexión casi al 100% reflexivo después de pulir, permite que sea utilizado en espejos y en recubrimientos para cristal, celofán o metales. Su empleo en recubrimientos permite aislar casi completamente el interior de una casa del calor del sol, evitando también que salga el interno propiciando un nuevo tipo de ahorro en consumos de energía. Por otro lado uno de cada siete pares de lentes de sol vendidos en Estados Unidos tiene plata, la cual bloquea más del 97% de los rayos ultravioletas del sol.

#### Fotografía

La primera imagen fotográfica que se tomó en 1813 se obtuvo gracias al nitrato de plata. En la actualidad aproximadamente 5.000 fotografías a color se pueden tomar usando una onza de plata.

Aun que hay una variedad disponible en tecnología fotográfica, la que emplea plata conserva su vigencia debido al bajo costo y su alta definición. Se estima que 196 millones de onzas troy de plata fueron utilizadas por todo el mundo en 2003 para con propósitos fotográficos.

El descubrimiento de los rayos x y el empleo de plata en las radiografías, revolucionó los diagnósticos médicos, y tan sólo en el año 2002 se consumió en todo el mundo aproximadamente 90 millones de onzas troy. Los rayos x son empleados para hacer pruebas no destructivas de muchos productos, asegurando con ellos su calidad y la confiabilidad de estos.



### Energía Solar

El adhesivo de plata se utiliza en 90 % de todas las células fotovoltaicas de silicio cristalino, que es la célula solar más común, según la división tecnológica fotovoltaic del Ministerio de ESTADOS UNIDOS de Energía. Un grupo de células solares de techo puede generar suficiente energía para una casa y cargar baterías que proveerán de energía en la oscuridad.

La plata y su propiedad de reflexión es empleada en un solar cerca de Barstow, California, en donde 1926 espejos revestidos de plata, concentran la luz solar en un sistema capaz de generar electricidad para 10 mil hogares.

### Purificación del Agua

La plata se emplea como un bactericida y algicida. Los iones de plata se han utilizado para purificar el agua potable y de la piscina por las generaciones. Nuevas investigaciones proveen compuestos muy fuertes de plata para tratamientos, clínicamente efectivos donde la bacteria no puede desarrollar resistencia.

## 4. Métodos de extracción de plata y oro

Existen cuatro métodos de extracción del oro y la plata: levigación, amalgama, cianuración y cloruración. En todos los casos se opera sobre el material en estado de arenilla.

- En la levigación (flotación) se lava el material con agua que separa preferentemente la arena por su menor peso específico (el oro y la plata son mucho más pesados).
- En la amalgama se disuelve el oro o la plata con mercurio y después se destila: el mercurio hierve a 357°C
- La cianuración consiste en la disolución del oro o la plata con cianuro sódico o potásico en presencia de aire, precipitando luego con cinc.
- El último método consiste en una corriente de cloro que separa el oro o la plata del material en suspensión acuosa; luego se separa con sulfato ferroso.

## 5. El empleo de oro y plata en joyería

Como ya se mencionó la mayor parte del oro producido se emplea en la acuñación de monedas y en joyería. En el caso de la plata cerca de una tercera parte de la producción mundial se emplea en joyería.

Por otro lado hay países que no conocen el vestido. Pero no hay ninguno que no haya descubierto la joyería. Los seres humanos desean adornarse, destacar de entre los demás que les rodean, y las joyas más hermosas son siempre las de oro.

Ya antes de la civilización egipcia los sumerios contaban con una orfebrería muy desarrollada creando joyas de oro y plata de gran belleza, empleando técnicas aún usadas en la actualidad.

Hoy en día el oro es mucho más democrático. Se pueden comprar joyas de oro de todos los precios y calidades con diseños para todos los gustos, siendo creadas para combinar con cualquier estilo de vestir.



Desde el descubrimiento del oro en la antigüedad, su belleza y facilidad de manipulación inspiraron a orfebres a crear ornamentos, no sólo para adorno, sino también como símbolos de riqueza y poder. Hoy día la joyería es un producto masivo, sin embargo en muchos países las joyas aún son guardadas como forma básica de economía.

El más antiguo uso de oro como joyería data de la civilización Sumeria, que habitó la región sur de Irak cerca de 3.000 años a. C. Los objetos hechos a partir de varias técnicas fueron encontrados en tumbas egipcias. Los mejores ejemplos son obtenidos de los tesoros del Rey Tutankamón, quien murió en 1352 a. C.

Italia ha permanecido en la delantera en la industria joyera mundial, utilizando más de 400 toneladas de oro por año. Nuevos centros surgieron en los años 1990, entre ellos Hong Kong, Singapur, Malasia y Tailandia. En Japón, la fabricación de joyas para el mercado doméstico se ha tornado en una gran industria, produciendo más de 100 toneladas al año. La importancia de la joyería para la industria del oro no puede ser subestimada: entre 1970 y 1992 cerca de 65% de todo el oro disponible en el mercado era usado en joyería. Desde 1991 más de 2,000 toneladas han sido usadas anualmente.

El Oro puro es empleado en aquellos países donde la joyería es usada tanto para inversión como adorno. Pero el oro como tiene baja dureza necesita ser mezclado con otro metal para evitar ser rayado. Por ello se alea con otros metales como la plata, el cobre o el níquel, entre otros; que no solamente lo toman más duro sino que también cambian su color: el oro verde usado en joyería contiene cobre y plata; el oro blanco contiene zinc y níquel o platino.

El grado de pureza del oro empleado en joyería se expresa actualmente de dos maneras, en kilates y en milésimas de partes.

	Milésimas	Contenido de Oro %	Kilataje
Oro puro	1000	100	24
Aleaciones	916	91.66	22
	750	75	18
	585	58.5	14
	416.7	41.67	10
	375	37.5	9

*Tabla de contenido de oro según los Kilates*

Para el caso de la joyería en plata se emplea la aleación de 925 milésimas de plata pura contra 75 de cobre u otros metales, esta aleación también es conocida como Plata Sterling

## 6. Historia de la joyería en México

Son muchos los autores y las historias que narran la situación de la joyería en México, y este trabajo no pretende introducirse exhaustivamente en ello. Por lo que este texto presentado a continuación es una breve síntesis del libro México de oro y plata de Ruiz de Esparza José, que narra detalladamente el desarrollo de la minería y su empleo en el país, antes durante y después de la llegada de los españoles. El fin que tiene esta síntesis es ilustrar la importancia que ha tenido el oro y la plata en la vida y desarrollo del país, teniéndolo como un punto de referencia para redondear el trabajo que se presenta.



## La época prehispánica

Los pueblos prehispánicos habían desarrollado la metalurgia hasta lograr fundiciones, vaciado con moldes, la refundición, el recubrimiento en caliente, las aleaciones y soldaduras; los que se ocupaban de estas actividades eran los *teucuilapitzque*, "fundidores de metal" y los *tlatlalianime*, "los que componen o dan término adecuadamente a algo", también llamados toltecas, es decir artistas. Por dios propio y protector tenían a Xipe Totec, "nuestro señor el desollado".

Como resultado de un proceso de difusión cultural originado en Sudamérica, comenzó a trabajarse en primer lugar el oro, de ahí paso a México. La zona mixteca de Oaxaca destaca por la destreza de sus artesanos en la aplicación de diversas técnicas. Menos abundantes son los testimonios y vestigios semejantes en el ámbito del Golfo de México. En el caso del Yucatán posclásico, las muestras conocidas de orfebrería no son tan ricas ni tan abundantes como las oaxaqueñas. Los relatos místicos de los pueblos de idioma náhuatl atribuían a Quetzalcóatl ya los toltecas los más antiguos logros de la orfebrería.

Los trabajos en plata fueron mucho menos abundantes, lo mismo que los elaborados en estaño o con aleaciones de plomo. En cambio el cobre se explotó y trabajó sobre todo en Michoacán, Guerrero, Oaxaca y otros lugares del centro del país. Fue este metal el que más se aprovechó, especialmente en favor del desarrollo técnico.

Para valorar la riqueza de las creaciones en oro bastaría leer las descripciones de los envíos de joyas a España hechas por Hernán Cortés o examinar la gran colección que integra el tesoro de la Tumba 7 de Monte Albán. En este último caso, se trata de 121 objetos de oro y 24 de plata entre los cuales existen pectorales de diversas formas y tamaños, algunos formados por varias piezas soldadas: anillos, ornamentos con representaciones de dioses; collares con cuentas a modo de molares de ocelote, de conchas de tortuga o de campanillas; pinzas para depilar; láminas con diseño de mariposas; orejeras, narigueras, máscaras, brazaletes, placas con jeroglíficos, mangos de abanicos.

Entre los objetos que elaboraban con cobre hay hachas, azadas, coas, azuelas, punzones, cinceles, sopletes, alambres, anzuelos, alfileres, agujas, puntas de lanza, hachuelas, puntas de flecha, broches, bastones, mangos, cascos, escudos, cascabeles y un sinfín de objetos de uso diario.

## Técnicas Usadas

Las técnicas en frío ocupaban un lugar muy importante en el trabajo de los metales. Estas técnicas aplican acciones físicas como la presión, percusión y el frotamiento, aprovechando en mayor o menor grado la dureza, la ductibilidad y maleabilidad particulares de los metales.

### Laminado

Entre las técnicas mecánicas está en primer lugar el laminado, que se desarrolló y aplicó desde tiempos antiguos. También se le conoce como batido y se menciona, en relación con el oro, como sinónimo del oro laminado. Algunos objetos se fabricaban con oro laminado, pero su empleo más usual fue forrar objetos fabricados con madera, cuarzo o piedra. El grueso del laminado iba de acuerdo con la aplicación práctica del objeto: grueso cuando se empleaba en instrumentos como coas y hachuelas; de mediano espesor (como un pergamino) cuando se usó para hacer bandas frontales, diademas, anillos abiertos, brazaletes, ajorcas; aún más delgado cuando se utilizaba para forrar objetos de menos uso.

### Martillado

Un grupo de orfebres se dedicaba a trabajar la técnica del martillado: su instrumental y su método eran muy simples, empleaban piedras planas con las cuales golpeaban el metal hasta darle el espesor requerido.



### Repujado

El repujado era una técnica utilizada en las láminas más delgadas. Se realizaba por presión y por percusión con instrumentos de metal y de piedra y las formas más comunes son las rayas y puntos. La superficie sobre la que se aplicó esta técnica varió mucho, los objetos más pequeños fueron anillos planos de oro. Un ejemplo es un anillo encontrado en Texmilincan, Guerrero, que se exhibe en el Museo Nacional de Antropología, es de lámina muy delgada y algunas partes de la serpiente con que está decorado, como las escamas y cascabeles, además de delineados ocupan un plano diferente al resto de la superficie del objeto.

### Tumbado

La técnica del tumbado, que tuvo poca aplicación en Mesoamérica, consiste en golpear la lámina con un objeto de superficie convexa hasta convertirla en una superficie semiesférica. La habilidad de los indios para fabricar figurillas y objetos de partes articuladas causó gran admiración a los cronistas y conquistadores. La unión se hacía por medio de argollas de alambre soldado en la abertura. Excepto los objetos de uso práctico, todos los demás recibían un pulido antes de darlos por terminados. Se usaba una arena fina y se les daba un baño de alumbre.

### Forado o Chapeado

El forrado o chapeado de objetos en lámina de oro o plata fue usado de manera limitada. Por lo general la unión entre láminas del mismo o de diferente metal se hacía por medios mecánicos, presionándolos con instrumentos especiales. El método decorativo de la incrustación, frecuentemente mencionado, se hacía ajustando el material extraño en un hueco de la lámina. El material más utilizado fue una piedra semipreciosa, la obsidiana.

### Engastado de piedras

Los orfebres mesoamericanos solían engastar en oro jade, turquesa, obsidiana, esmeralda, cristal de río, ópalo y ágata. Para mantener unidas las dos partes se usaba una sustancia adhesiva vegetal.

### Tratamientos superficiales

El bruñido de los objetos de metal se lograba puliendo en caliente la pieza terminada y después se embadurnaba de tierra fangosa mezclada con un poco de sal; con ello eliminaban de la superficie la plata que siempre acompaña al oro nativo. Los objetos destinados a trabajos rudos como la agricultura se endurecían y templaban a base de martilleo para evitar que se gastaran rápidamente.

También se usaban técnicas de calentamiento para preparar el metal y trabajarlo. En ocasiones las piezas requerían ser calentadas varias veces para evitar que se rajaran y debían templarse para que volvieran a su dureza primitiva. La técnica por licuación, es decir calentar el metal hasta fundirlo total o parcialmente, fue común.

### Trefilado

También se fabricaron alambres con pequeños lingotes convertidos en barras cilíndricas que al ser presionadas entre dos superficies planas adquirían el espesor deseado; cuando se requería que fueran muy delgados se calentaban. Con estos alambres se fabricaron agujas, alfileres, anzuelos, anillos y adornos de todo tipo.

### Fundición

En cuanto a las técnicas de fundición se usó el sencillo procedimiento de fundir el metal dentro de un tubo calentado con un pedazo de carbón. El procedimiento de fundición de metales que más favor encontró en México



consistió en el uso de un hornillo en el que la temperatura se elevaba mediante unos sopletes largos y del cual tenemos tanto descripciones escritas como pictográficas. En la costa del Golfo fundían el metal en hornillos que llevaban hasta el lugar donde lo hallaban; usaban unos canutos de caña como fuelle para elevar la temperatura.

Así se aprecia en el *Códice Mendocino*. Sobre el cajete se encuentra el símbolo del oro, del que salen llamas y volutas de humo. Los tipos de braseros más evolucionados son los que se observan en el *Códice Florentino* y en el *Mapa Nohtzin*. En el código se ve una especie de olla con paredes perforadas para permitir una mejor circulación de aire y para introducir el soplete. En el *Mapa Nohtzin* el hornillo de barro es más evolucionado, ligeramente cónico y con la parte alta más reducida. La base está perforada con un anillo y las paredes tienen dos aberturas laterales de las que salen llamas y volutas de humo, lo mismo que de la parte superior. Los sopletes tenían entre 50 y 60 centímetros de longitud, la parte inferior era más ancha y su diámetro disminuía en la extremidad por la que se sopla.



Láminas del Códice Florentino

Fuente: México de oro y plata, Ruiz de Esparza José

El vaciado que se practicó en México se hizo en moldes abiertos y con el procedimiento de la cera perdida. El primer sistema se utilizó para piezas que no requerían ornamentación, como coas, azadas, hachas, cinceles. Los moldes se hacían con arcilla arenosa, principalmente con grano de cuarzo, para que resistieran altas temperaturas sin quebrarse o agrietarse.

El vaciado en moldes cerrados, de cera perdida, fue el procedimiento empleado para obtener la mayor parte de las piezas de metal. La cera que utilizaban era de las abejas salvajes, purificada y clasificada, a la que añadían copal blanco para darle consistencia. El objeto o figura que se quería fabricar se tallaba en una masa de arcilla mezclada con carbón finamente molido. Todo se cubría con una delgada capa de cera, que a su vez se cubría con otra capa de carbón molido y de barro.

La cera tenía comunicación con el exterior por medio de unos nudillos hechos del mismo material; al calentar el molde, la cera se derretía y se evaporaba dejando un espacio vacío -un molde hueco-, que se rellenaba con el oro fundido. Quebrando la concha se obtenía el objeto deseado. El procedimiento para fabricar las cuentas de oro variaba sólo en el hecho de que la cera que cubría el núcleo de barro era más fina. Al quitar la concha, después del vaciado, se tendría una cuenta de oro de lámina muy delgada, con un núcleo de barro en su interior. Como en el vaciado por cera perdida se modelaba cada objeto en barro, cada pieza era un ejemplar único, nunca se obtenían dos objetos iguales.



Para la fabricación de los cascabeles se hacía un núcleo de barro que servía de molde para hacer tantos cascabeles iguales como se deseara. En el núcleo se colocaba lo que sería el percutor que quedaba suelto al retirar la arcilla del molde. En la región de Michoacán se usaban hilos de algodón bañados en cera para formar el núcleo, al vaciar el metal la cera se evaporaba y el hilo se quemaba.

#### *Refundición*

Otra técnica para fabricar objetos de oro y plata en Mesoamérica es la refundición; con ella se producían piezas constituidas por dos metales unidos. Primero se fabricaba la figura completa en cera y se partía por la mitad; cada sección se tapaba con su respectiva concha para cubrir el metal fundido. Una vez retirada la concha de ambas mitades, éstas se juntaban y se recubrían con una nueva envoltura de barro y carbón molido que se sometía a una temperatura capaz de unir y confundir los dos metales en la parte de contacto.

Una vez fundidas las piezas, las bruñían con una piedra y, después de darles un baño de alumbre, las volvían a calentar para repetir otro baño más de alumbre o "remedio del oro", *teucuitlatli*. Para unir piezas de plata usaban cobre como soldadura y para el baño de alumbre se empleaba una escudilla de cobre, ahí hervía la pieza, se bruñía, se raspaba con una azuela también de cobre, se pulía y se limpiaba.

#### *Recubrimientos*

Entre las técnicas de recubrimiento con metales preciosos está la del dorado, procedimiento mediante el cual se aplica al objeto una delgada capa de oro. El dorado a fuego requiere que la pieza se caliente hasta una temperatura de 850 °C para entonces ponerla en contacto con una aleación fundida de oro y cobre, que se desliza sobre la superficie que debe ser pulida; también doraban con láminas y con polvo de oro.

#### *Uniones*

Para unir las distintas partes de una pieza, como las argollas de los cascabeles, utilizaban la soldadura por medio de un soplete corto y una sustancia compuesta por pequeñas partículas de cobre, malaquita y azurita.

Los orfebres mexicanos llamados toltecas (artistas) vivían en Azcapotzalco cerca de la Ciudad de México. Adoraban a Xipe Totec al que celebraban una vez al año. Sahagún describe esa fiesta que se hacía en el templo llamado de Yopico en el mes *tlacaxipehuliztli*, que quiere decir "desollamiento de personas". Quitaban la piel a un cautivo y se la ponían a un sacerdote que era la imagen o personificación de este dios al que adornaban con ornamentos muy valiosos: una corona hecha de plumas preciosas, en la nariz una media luna de oro, orejeras de oro y un fóculo hueco por dentro que tenía sonajas. En la mano izquierda llevaba una rodela de oro como las que usaban los guerreros de Anáhuac y en el cuello un joyel ancho de oro martillado. Lo sentaban en una silla, le daban de comer especialmente y por último todos danzaban. Torquemada sugiere que el desollamiento se hacía para influir temor y cuidar el robo de las cosas de oro y plata. Los mexicanos consideraban a Xipe Totec como un dios zapoteca originario de la costa del Pacífico en el sur. A los orfebres se les clasificó en dos categorías: los martilleros y amasadores que trabajaban el oro golpeándolo y los "toltecas", que trabajaban la fundición.

El oro fue el metal más empleado en la orfebrería precortesiana y se obtenía en polvo y en granos mediante el lavado de las arenas auríferas. Le llamaban excremento divino, *teocuitlatl*. Su representación en los códices suele variar, el color amarillo con el que algunos objetos están pintados a menudo indica que se trata de piezas de oro. La forma más sencilla de representarlo es la de un disco liso. También se simboliza como un disco con dos barras en cruz que tienen una línea en medio.

La plata, que requería ser beneficiada, estaba fuera del alcance de la mayoría. Los *teocuitlatzotzonque* o martilladores de metal, trabajaban en frío. Producían objetos laminados como diademas y piezas de cobre con forma de hachuelas que usaban como monedas. También practicaban el refinado (que consistía en labrar con



martillo láminas de metal para formar figuras en una de sus caras), el engastado de metales con distintas piedras como obsidiana y jadeita, el pulido para lograr mejores acabados y el forrado de objetos con láminas de metal que se templaban para darle dureza y elasticidad.

### La orfebrería novohispana

Desde los primeros tiempos del virreinato se establecieron en México talleres de artes mecánicas. Los mayores esfuerzos los hicieron los misioneros, especialmente fray Pedro de Gante quien fundó el convento de San Francisco de México, y un departamento de pintura y escultura, una escuela de artes y oficios para los indios. En pocas décadas se formaron buenos artesanos y a principios del siglo XVII se reconocía que los había de todos los oficios, artes liberales y mecánicas.

Con la conquista, la joyería, como todas las demás manifestaciones de la cultura indígena, decayó pronto o desapareció radicalmente. Los metales se trabajaron bajo las indicaciones de los europeos y con sus técnicas. Además, en un intento de controlar a los orfebres, en 1526 hubo una real cédula que prohibió la práctica de la orfebrería porque no se pagaba debidamente el quinto real, a partir de 1551 volvió a permitirse paulatinamente. Al principio la joyería de la clase alta colonial era importada, después vinieron a América maestros europeos que instalaron talleres donde se trabajaba conforme a diseños y métodos europeos. La filigrana, el repujado, el grabado y la incrustación de piedras preciosas llegó a dominarse en poco más de un siglo y las piezas que se lograron fueron muy apreciadas. Sin embargo, los esmaltes y otras técnicas nunca igualaron la calidad de los europeos.



**Lámpara** (detalle inferior)  
Anónimo  
Nueva España. Hacia 1740-1750  
Plata en su color  
130x45x45 cm.  
Sin marcas  
Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer

**Fuente**  
Anónimo  
México. Hacia 1770-1778  
Plata en su color  
45.5 cm.  
Marcas: cabeza masculina sobre M  
Entre columnas coronadas. Águila explayada  
-SA/LEZ. Burilada  
Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer





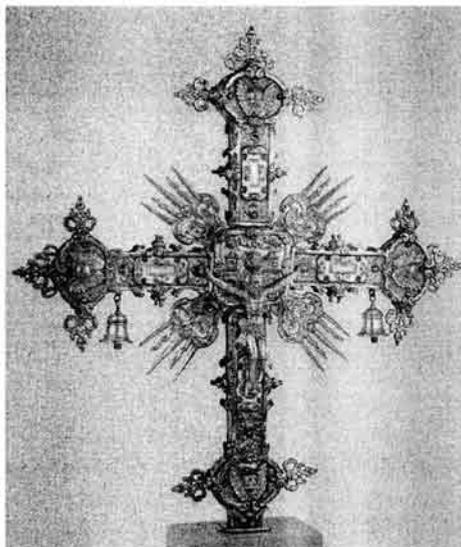
Al descubrirse el Nuevo Mundo los artesanos en la península Ibérica tenían un lugar importante en la sociedad urbana, ahí se concentraron los artesanos europeos. En todas las ciudades europeas los artesanos estaban agrupados en gremios y en cofradías con reglamentaciones formales que intentaban controlar todas las facetas del comportamiento individual y colectivo; fueron cuidadosos principalmente en las reglas para la producción y venta de artículos. Todo lo relativo al reclutamiento, entrenamiento y promociones, así como los salarios y las condiciones de trabajo, eran reglamentados.

Al iniciar cada año había una reunión de los maestros para nombrar entre ellos a un veedor cuya misión era visitar los talleres, examinar las materias primas y los artículos fabricados, evitar las falsificaciones y denunciar las faltas cometidas. Según se fueran formando los gremios, el Cabildo expedía las ordenanzas correspondientes. Estas ordenanzas eran de lo más minucioso y elaboradas. No había detalle que se escapara a sus previsiones; todo estaba reglamentado punto por punto: las personas, la parte técnica y la administración, e incluso en algunos casos llegaban a establecer el procedimiento industrial a que debía someterse el manejo de los materiales de producción.

Habían creado una jerarquía bien establecida. Cada oficio estaba organizado verticalmente en tres rangos: maestros, oficiales y aprendices. Sólo los maestros podían poseer talleres y vender directamente al público; eran los únicos que podían votar para elegir a los funcionarios del gremio y desempeñar esos cargos. Los maestros supervisaban el entrenamiento, desempeño y ascensos de aprendices y oficiales. Los aprendices vivían en casa de su maestro entre dos y seis años, entonces se graduaban como oficiales y les tomaba de dos a cuatro años más poder presentar su examen para ser maestros. Así, los gremios eran cuerpos conservadores dedicados a preservar las técnicas heredadas y las normas tendientes a garantizar la calidad de sus productos.

Una gran influencia para favorecer las artes industriales en la Nueva España fue la formación de gremios, es decir la clasificación legal de oficios para reglamentar la producción y los impuestos respectivos. Tal y como en la Europa de la Edad Media, los gremios en la Nueva España tenían por principal objeto la protección de sus individuos y la mejora y perfeccionamiento de sus productos. Nadie podía abrir un taller sin haber comprobado su suficiencia en el oficio ante un tribunal competente de maestros. Los exámenes se realizaban en un taller y eran teóricos a la vez que prácticos. Una vez aprobado el examen, el Ayuntamiento expedía el título de maestro y otorgaba la licencia para tener bajo sus órdenes oficiales y aprendices.

Entre los conquistadores es probable que el grupo ocupacional más grande fuera el de los artesanos, considerados miembros valiosos de la sociedad con papeles sociales respetables y bien establecidos, pero de estratos bajos, sin derecho alguno a las prerrogativas. Aun cuando hubo algunos artesanos con dotes militares, en general los de los primeros años en América rara vez se involucraban en la lucha contra los indios o en los conflictos civiles; su papel era como proveedores de armas, ropas y otros equipamientos. Poco a poco los artesanos inmigrantes transmitieron la tecnología, las pautas de consumo y la organización corporativa europeas a las ciudades coloniales americanas.



**Cruz Procesional**  
 Anónimo  
 México. Hacia 1700  
 Plata en su color  
 Parcialmente sobredorada  
 55x53 cm.  
 Sin marcas

Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer

**Arqueta**  
 Anónimo  
 ¿Yucatán?. Entre 1600-1635  
 Madera, carey, hueso y plata  
 50x57x34 cm.  
 Sin marcas

Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer



Los artesanos españoles organizaron rápidamente la base legal para el establecimiento de sus derechos y privilegios tradicionales. En las tres primeras décadas posteriores a la conquista, se establecieron en la ciudad de México gremios de tejedores de seda, fabricantes de cadenas y sogas, doradores, pintores y zapateros. Los comerciantes, los grandes terratenientes y los oficiales españoles que dominaban los gobiernos municipales aceptaron sin cuestionar el ideal de la organización social representada por los gremios y las cofradías.

Los orfebres se organizaron también en gremios y se concentraron en barrios, sobre todo en las zonas mineras; en la ciudad de México se les hallaba en la calle de Plateros. Paulatinamente se fue definiendo un estilo mexicano con diseño y calidad propios. Los indígenas aislados en sus comunidades producían joyería barata y copiaban estilos distintos. Para todos los niveles sociales el tema preferido era el religioso: cruces, relicarios, medallas y rosarios. Los españoles traían su joyería de Europa; los criollos estimulaban la producción mexicana, pero siempre con base en diseños extranjeros. En cambio los mestizos usaban piezas finas pero con diseños propios y los indígenas mantenían su vistosa ornamentación de cuentas de vidrio de colores, sobre todo rojas que imitaban el coral, alternadas con monedas, medallas y cruces.

Todos o casi todos los oficios tenían su gremio identificado con una cofradía cuya mayor responsabilidad era supervisar actividades religiosas y de beneficio social. Todas tenían su santo patrono y la mayoría contaba con una capilla propia; la de los plateros, dedicada a San Eligio, estaba en la Catedral en donde actualmente se venera al Señor del Buen Despacho. Eran sociedades de socorros mutuos: los agremiados se auxiliaban unos a otros en sus enfermedades; sepultaban a sus difuntos y celebraban honras fúnebres en sufragio de sus almas. Los fondos de ahorros que reunían eran considerables, tanto que en algunos casos, como el del "Noble Arte de la Platería", dotaban huérfanas y distribuían cuantiosas limosnas.

Al mediar el siglo XVIII había unos 50 gremios cuyo funcionamiento ya resultaba anticuado para las necesidades del momento. No era el caso de todos los gremios; el de los plateros comenzó a enviar a sus aprendices a la Real Academia de Nobles Artes de San Carlos desde su fundación para aprender los principios del dibujo.



Durante el siglo XVI fue prohibido varias veces el arte de los plateros en la Nueva España, pero de todas formas la realidad se impuso y para 1559 en México y otros reinos de las Indias muchos vecinos tenían cantidad de objetos de plata y oro labrados y, lo que preocupaba a la Corona: de plata y oro sin quintar, ni marcar, ni pagando los derechos de ello.

Entre los plateros había especialidades y se dividían según sus aptitudes técnicas: los batihojas y tiradores hacían láminas de plata por medio del martillo o de otro implemento; los plateros de la plata o mazoneros repujaban y cincelaban siguiendo modelos arquitectónicos; y los plateros en general, trabajaban también el oro, montaban piedras y esculpían.



#### Escribanía

José Fernández de Lara

México. Hacia 1810

Plata en su color

19x34x11.5 cm.

Marcas: M coronada. Águila volando

R coronada. FCDA, FRNDZ/ DE LARA

RUIZ. Burilada

Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer

#### Cáliz

Anónimo

¿Mérida de Yucatán? Hacia 1750-1760

Plata sobredorada

24.5x15 cm

Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer



Al igual que en España, los plateros de México utilizaban oro de 22 quilates y plata de 11 dineros y 4 granos (ley fijada desde 1435). El marco de oro era equivalente a 50 castellanos y cada castellano estaba dividido en ocho tomines; el marco de plata equivalía a 8 onzas o 230 gramos más una pequeña fracción.

Al terminar una pieza, el platero estampaba en ella su marca, que era generalmente su apellido, y la presentaba al marcador de la Casa de Moneda, quien a su vez estampaba el quinto real y la marca de la ciudad. Para verificar el ensayo correspondiente extraía una pequeña porción de metal con un buril dejando en la pieza una insignificante ranura en zigzag, que se llamaba burilada. El quinto real consistía en una pequeña corona, con o sin las "Columnas de Hércules"; la marca de México eran las letras "Mo" en dos volcanes y encima Santiago a caballo. De manera que una pieza de plata ostentaba, además de la burilada, tres marcas: la del artífice, la de la ciudad y el quinto real. Las piezas de vajillas, especialmente en el siglo XVIII, solían marcarse con el apellido de su dueño, con letra cincelada o estampada con más esmero que las demás.

Para 1625, año en que vino a México el padre Gage, la platería novohispana había alcanzado un alto grado de perfección, obteniendo las obras una belleza admirable, producto de la fusión de las técnicas de europeos, americanos, chinos e hindúes, quienes llegaban con la Nao de China cada año.



Los plateros de México adquirieron pronto gran importancia; su oficio figuró siempre en primer término en los anales de la Nueva España con el nombre de "Noble Arte de la Platería". Su participación era muy importante en las fiestas públicas y desde 1537 se les destinó el primer lugar entre los gremios para la procesión del Corpus, que cada año recorría las calles de la ciudad.

En 1563, el 30 de octubre para ser precisos, se ordenó que todos los plateros, batihojas y tiradores se congregaran en la calle de San Francisco y fuera de ella no podían tener sus tiendas. Por esta razón las dos calles de San Francisco, más cercanas a la plaza tomaron el nombre de "Plateros", como en las ciudades españolas de Valladolid y Santiago de Compostela.

Desde el principio, el gremio escogió por patronos a la Concepción de María y a San Eligio, obispo de Noyous. Sus imágenes se labraron en plata; la del obispo (con ricas vestiduras pontificiales y la mitra y el báculo de plata dorada) fue estrenada en el año de 1618 y la de la Purísima, en 1628. Ambas estatuas quedaron colocadas en el altar de la capilla de San Eligio en la Catedral desde 1648.

No había procesión del Corpus, del Santo Entierro u otra análoga en que los plateros dejaran de participar con un altar o paso; hubo ocasiones en que adornaron toda la vía pública con piezas de plata y espejos que producían un efecto sorprendente.

El gremio de los plateros también destacaba en las fiestas profanas. Tal es el caso de la mascarada que se hizo en honor de San Isidro el Labrador, de Madrid y su gloriosa beatificación el 24 de enero de 1621. Acerca de esta fiesta, Manuel Romero de Terreros y Vivent en su libro *Las artes industriales* nos informa que: "Partieron de la casa del Mariscal de Castilla en la calle de San Juan de Letrán a las dos de la tarde. Encabezaba la mascarada una alegoría de la Fama, en caballo blanco, vestido de tela rosada y tocado vistoso. Enseguida un bizarro labrador, montado en un caballo morcillo, el más pequeño de los que se conocían en Nueva España y de los mejores brazos y traza que se puede pintar, hermosísimo de crin, con rico y vistoso jaez. El labrador llevaba una máscara de plata, calzón y camisa ricamente fabricados de pita; caperuza, sayo y polainas de paño pardo con todos los vivos guarnecidos de jacintos engastados en oro, y todo el campo lleno de mucha diversidad de piedras preciosas, diamantes, rubíes, esmeraldas, girasoles, perlas y otras muchas joyas de oro. Llevaba en la mano un asta de plata melcochada y pendiente de ella un retrato con las armas de Madrid. Delante marchaban todos los caballeros andantes, autores de libros de caballería, don Belianis de Grecia, Palmerín de Oliva, el caballero Febo, yendo muchos otros y al final el más moderno Don Quijote de la Mancha, todos de justillo colorado con lanzas, rodela y casco en caballos famosos; en dos camellos, Melia la encantadora y Urganda la desconocida; y en dos avestruces, los enanos encantados Ardián y Bucendo, y por último Sancho Panza y doña Dulcinea del Toboso, que sin máscara eran representados por dos hombres graciosos de los más fieros rostros y ridículos trajes."

El noble arte de la platería no dejó de verse en algunos escándalos, como el caso de los codiciosos maestros Moreno y Guillo quienes en 1651 se dedicaron a abrir con ganzúas las puertas de las iglesias y robar la plata labrada para fundirla y volver a labrarla; con este procedimiento obtuvieron muy buenas utilidades hasta que cayeron en manos de la justicia.

Durante el virreinato, en cualquier casa de gente medianamente acomodada, las vajillas, muchos muebles y hasta los utensilios más simples eran de plata.

En la península Ibérica convivieron cuatro tradiciones en la creación de joyería: tres de reinos cristianos, Aragón, Castilla y Portugal, y una morisca. En Aragón dominaron las influencias de los joyeros de Barcelona, Valencia y Zaragoza; en Castilla, las técnicas de Burgos, Valladolid, Sevilla, Córdoba, León, Salamanca y Toledo. A Portugal, especialmente en Lisboa y Oporto, llegaron artesanos italianos y del centro de Europa. Todas se



trasplantaron a la Nueva España para enriquecerse con las técnicas orientales y americanas.

Uno de los testimonios costumbristas de mayor importancia, lo representan las cajas cigarreras que aparecen en su forma típica al mediar el siglo XVIII, durante el esplendor barroco, época de ebullición en que los excesos eran la norma en todo: en la religiosidad, en el arte, en las fórmulas de relación social que con pasión se excedían en vicios y virtudes. Entre los mexicanos el auge del "vicio" de fumar alcanzó su apogeo en la segunda mitad del siglo XVIII. El lapso de mayor producción de las pequeñas cigarreras manufacturadas en oro y plata enriquecidas con la aplicación de piedras preciosas abarca aproximadamente un siglo que termina a fines del siglo XIX.

Casi todas fueron elaboradas con la técnica del repujado para darles forma y terminadas en sus más finos detalles mediante el cincelado para así hacer sobresalir con nitidez los emblemas de las reservas y los perfiles de guirnaldas, foliaciones y molduraciones. Los esgrafiados y punteos se dibujaban por medio del punzón, y el calado para horadar la lámina metálica.



Cigarreras y tabaquera  
Autores diversos  
México. Principios del siglo XIX  
Oro con aplicaciones de piedras preciosas  
Tomadas de una Agenda del museo Franz Mayer

Menos frecuentemente se usaron otras técnicas como la de forjar, cuya aplicación casi se reduce a las asas o argollas añadidas en las tapas, así como a las cadenitas que servían para sujetar la cigarrera.

Existen algunas cigarreras elaboradas con la técnica de la cera perdida, que se obtiene por fundición y se termina con toques de cincelado. Las hay también, aunque son muy raras, hechas de filigrana, técnica que consiste en realizar la forma y diseño con delgados hilos de oro o plata que se fijan y consolidan soldándolos a fuego.

La policromía de las cigarreras se enriqueció con la aplicación de piedras preciosas y sobre todo con la galanura que produce el contraste del color natural de los metales: con frecuencia los objetos de plata se enriquecen con aplicaciones de sobredorado y algunos de oro muestran sobreplateado, lo cual se obtenía mediante la fundición. El sobredorado o "plata mestiza", como antiguamente se le llamaba, se lograba disolviendo oro de ley, puro, en mercurio, para formar una amalgama que se aplicaba sobre la parte que se iba a dorar estando perfectamente limpia y desengrasada, lo que llamaban "destazar"; después se evaporaba a fuego el azogue y sólo quedaba la capa de oro adherida al metal base. Era un procedimiento intoxicante y peligroso.



Otra sutileza técnica y plástica es la de combinar en distintas áreas delgadas capas de oro aplicadas a fuego con distintas aleaciones o calidades en sus quilates, de manera que producen brillos que varían de calidad y tono cromático.

Durante la Edad Media los orfebres y plateros fueron grupos altamente organizados, disciplinados y controlados. Muchas de las normas creadas durante el Imperio Romano se mantuvieron y respetaron garantizando el peso y pureza de los metales preciosos. En muchos casos los artesanos de estas especialidades llegaron a ser hombres poderosos en las cortes europeas. En relación con las autoridades eclesiásticas se constituyeron en los proveedores de los artículos necesarios para el culto y de la joyería que marcaba el *status* de los dignatarios: anillos, cruces, rosarios y demás joyas.

Los llamados orfebres manejaban de hecho todos los metales y debían empezar su trabajo purificando el metal que usarían en una pieza. Estos artífices estaban capacitados para trabajar desde un órgano monumental para alguna catedral, hasta una campana, una joya, espada o armadura.

### La platería en México

Durante el siglo XIX, a impulso del espíritu republicano los hombres de la alta sociedad cambiaron los refinamientos de su atuendo colonial, a base de encajes y recamados, por trajes serios en color y corte; ahora usaban fistoles, mancuernillas, anillos y ricas botonaduras en camisas de fiesta, empuñaduras de bastón, cajas de tabaco y relojes de bolsillo. Las mujeres lucían peinetas redondas, cortas con ornamento de plata, y altas para sostener la mantilla, collares de pedrería, brazaletes, anillos de diamantes, diademas de piedras preciosas, broches con motivos románticos, botones y largos aretes.

Las clases medias mostraban preferencia por los rosarios y largas y gruesas cadenas; la joyería de oro laminado de tres colores, cobre, plata y zinc; las arracadas macizas o de filigrana, los aretes largos de corales o perlas, las piezas a base de monedas, los anillos de manitas o corazones, las medallas de oro y plata con representación del Sagrado Corazón y de la Guadalupana, las cuentas huecas de oro y las cruces de variada composición.

Los indios mantuvieron sus tradiciones coloniales: collares de cuentas de vidrio con monedas o figurillas de plata; aretes de este metal y de cobre, arracadas de filigrana o de lámina recortada con vidrios de colores o adornadas con soles, flores, jarritas, pájaros, gallos, conejos, jicaritas de laca o cuentas de vidrio. Los brazaletes se usaron raramente y los anillos presentaron motivos románticos de manos, corazones y flores.

A partir de la Independencia, la joyería mexicana fue siguiendo las diversas modas europeas de influencia restringida y efímera que fueron llevadas por Napoleón a Francia y a España: las líneas grecorromanas del neoclásico con temas del panteón politeísta; las flores y volutas del neobarroco, pronto desplazadas por las águilas nacionalistas en peinetas de carey, broches, colgantes de collares y hasta en los dibujos de abanicos; los modelos franceses que adoptaron los conservadores ricos en ocasión de la invasión de 1862-1867; la preferencia por los granates, el ámbar y los azabaches; el gusto por los esmaltes, las cadenas, los terminados del metal chapeados en mate y las audacias formales del art nouveau; el colorido de los esmaltes, la representación de insectos, serpientes, flores y figuras femeninas idealizadas en broches y collares floridos combinados con líneas ondulantes y envolventes. Con este estilo se usaron pastas y vidrios imitando materiales preciosos. El mejor ejemplo, por su semejanza con la joyería de 1920, son las puertas, rejas y detalles del Palacio de Bellas Artes.

A partir de 1921, coincidiendo con el primer centenario de la Independencia, se suscitó en México un profundo movimiento nacionalista que en la joyería se reflejó en la utilización de obsidiana, serpentina, jadeíta y amatista.



En los años 30 hubo un renacimiento orientado por algunos extranjeros cuya influencia anónima se sintió primero en las joyerías de la avenida Madero más tarde en Taxco, donde se distinguió el taller de William Spratling, arquitecto norteamericano que combinó los estilos arquitectónicos mexicanos con las formas de los esquimales modernos logrando verdaderas obras de arte.

Spratling usó preferentemente metales preciosos combinados con marfil, carey y diversas piedras nacionales. Su mayor influencia fue sobre la familia Castillo que produjo notables diseños aplicando en abundancia la madreperla, la concha, las cuentas de piedra verde, el ónix, la obsidiana, los mosaicos de turquesa y lapislázuli, los esmaltes y la plata en bajorrelieve, oscureciendo las partes bajas.

Durante las últimas décadas en la platería mexicana han convivido diversas corrientes y estilos. Algunos artesanos integran la piedra al metal o gustan de líneas largas son remates rebuscados con pedrería; otros han enfocado su trabajo a producir efectos con la plata repujada, mediante contrastes de piedras oscuras y plata pulida o recreando motivos prehispánicos. Algunos se han interesado en aplicar esmalte sobre el metal; otros, más agresivos, han utilizado ángulos agudos y bajorrelieves profundos; hay quienes en sus piezas reflejan una influencia oriental.

Repujada, pesada, oscurecida, con motivos mexicanos estilizados de palomas, pescados, moños y colgantes, provista de abundante pedrería de color y confiriéndole menor importancia a los metales con pequeños colgantes cuyo movimiento es sumamente llamativo, la platería mexicana contemporánea ha buscado coincidir con el gusto extranjero sin perder su autenticidad.

## 7. Principales Estados productores de oro y plata en el país

México es un país rico en recursos naturales, muestra de ello es que somos el primer productor de plata a nivel mundial y aún que tenemos una modesta participación en la producción de oro a nivel mundial, podemos decir que tenemos la fortuna de contar con este último recurso en suficiente cantidad para mantener una industria de extracción. De manera general los principales estados productores son:

Baja California	Guerrero	Querétaro
Coahuila	Hidalgo	San Luis Potosí
Chihuahua	Edo. de México	Sinaloa
Durango	Nayarit	Sonora
Guanajuato	Oaxaca	Zacatecas

Principales estados productores de oro y plata en México  
Fuentes: INEGI y Carta Metalografica de México



## II. LA INDUSTRIA JOYERIA

### 1. La industria joyera a nivel mundial

El plantear un panorama sobre la joyería a nivel mundial nos va a permitir ubicarnos en el universo que nos interesa analizar. Como punto de partida tenemos que conocer algunas cifras relevantes sobre los metales para joyería. Primero veremos cuales son los 10 principales productores de oro, después veremos que países generaron la producción mundial en el 2003, para mostrar luego el papel de América latina y de México en una producción del 2001.

Posteriormente abordaremos la oferta mundial y su demanda, para introducirnos al mundo de la demanda de joyería y de los principales productores de joyas. Se realizará una descripción de los tipos de joyería a nivel mundial y sus características principales.

Luego realizaremos un análisis de la situación de México y de su industria joyera, algunas cifras importantes al respecto y veremos brevemente por ultimo las posibilidades de mercado internacional.

### 2. El oro

#### *Producción mundial*

El *Gold Fields Mineral Service*<sup>2</sup> (GFMS) realizó una proyección en el invierno del 2000, para los años 1999-2003, donde se enumeraban los países más importantes en cuanto a producción minera de oro y el resultado es el siguiente:

Producción de oro	
Pais	Toneladas
Sudafrica	438.51
Estados Unidos	351.43
Australia	292.34
Indonesia	174.16
Canada	161.72
China	155.5
Rusia	136.84
Peru	130.62
Uzbekistan	80.86
Gahana	77.75

Fuente: The Gold Institute, World Gold Mine Production 1999-2003, winter 2000

Los países mostrados en la tabla anterior sustentan la mayor parte de la producción total del metal. Esto nos sirve como punto de contacto para comenzar a conocer la industria, ya que los movimientos que registren sus producciones nos afectarán, lo cual abordaremos más adelante.

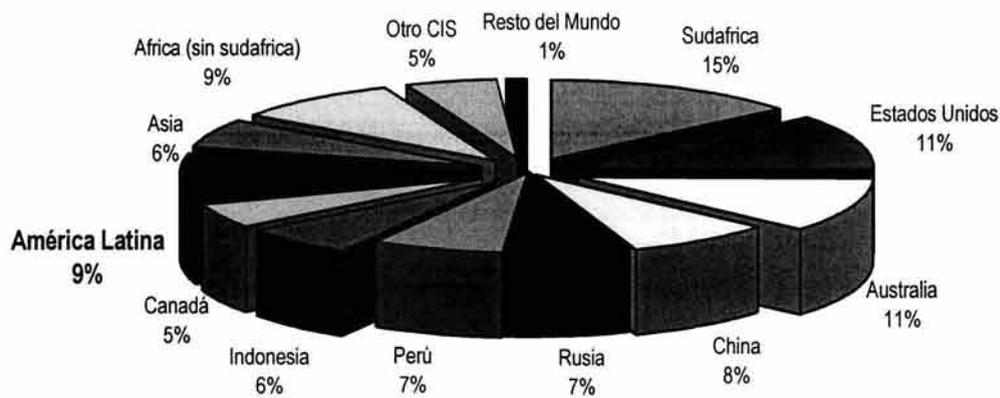
Profundizando un poco más, vemos a continuación la distribución<sup>3</sup> de la producción de Oro para el año 2003, donde se aprecia la participación general de América Latina (sin contar a Perú). Basta una mirada para darnos cuenta de que México no figura entre los productores principales, sin embargo es importante resaltar que contamos con el recurso y que aunque no es tan abundante como la plata, tenemos una producción bastante buena si lo comparamos con otros países que no cuentan con el oro dentro de sus recursos naturales.

<sup>2</sup> La GFMS es la consultora de metales preciosos más importante del mundo, especializándose en la investigación y los mercados globales de oro, plata, platino y paladio

<sup>3</sup> Datos de fuente: Encuesta sobre 2004 El Oro de GFMS, tomados de la pagina del instituto del oro



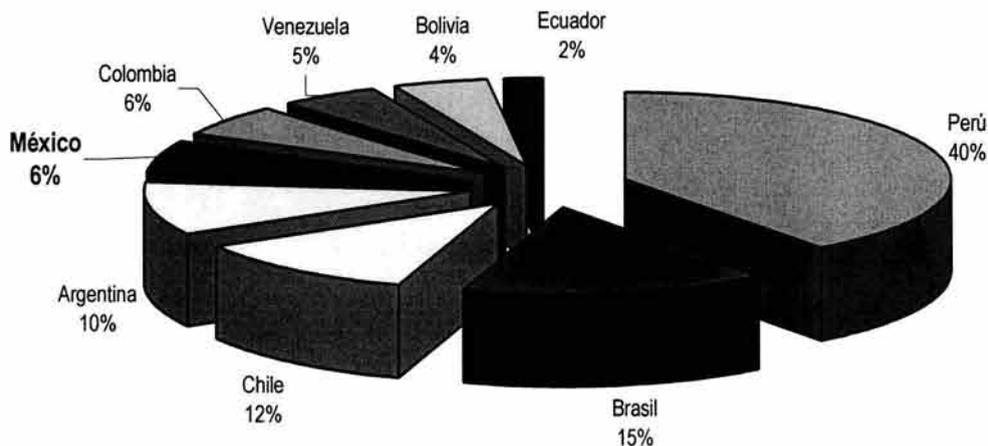
### Producción 2003 de Oro (2593 toneladas aprox.)



Fuente: Encuesta sobre el Oro 2004 del GFMS

Por otro lado la producción en América Latina, según el informe presentado por Enrique M. González<sup>4</sup> en el IV Seminario Internacional "Argentina Oro 2002", muestra que en el año 2001 México sólo produjo 20 toneladas de oro, mientras que para el año 2002<sup>5</sup> produjo 23.25 Toneladas y 22.07 para el 2003<sup>6</sup>, tal como se muestra en la tabla siguiente:

### Producción de Oro en América Latina 2001 ( 375 toneladas aprox)



A partir de la tabla anterior podemos decir que México se ubica como el 5° productor de oro, más importante de América latina.

<sup>4</sup> Enrique M. González en el Editor de la revista "Panorama Minero" editada en Buenos Aires

<sup>5</sup> Datos Obtenidos del servicio de información estadística de coyuntura: industria minerometalúrgica, publicada el 31 de marzo de 2003 por el INEGI, esta información se encuentra disponible en la pagina electrónica de la institución

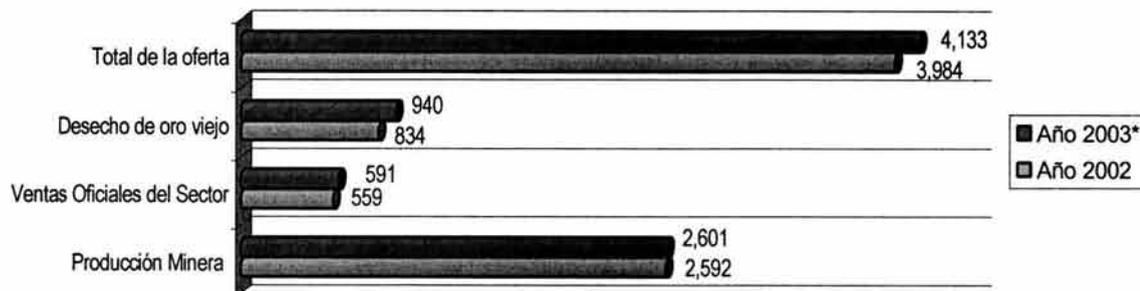
<sup>6</sup> Ibid.



### Distribución de la Oferta y la demanda de oro a nivel mundial

Para conocer más a fondo la oferta mundial de oro, presentada en los años 2002 y 2003, revisaremos los datos capturados en la siguiente gráfica pertenecientes a otro análisis realizado por la GFMS.

**Oferta de oro en el mundo (Toneladas)**

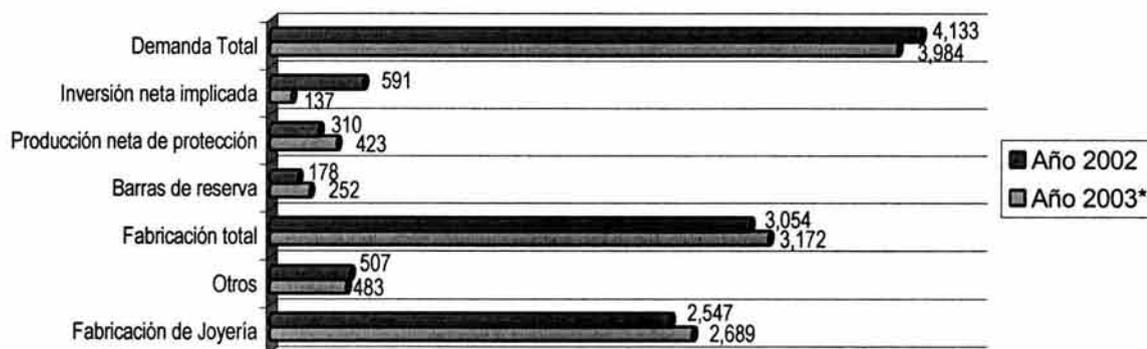


\* Datos proporcionados de manera provisional.

Fuente: Gold Supply & Demand Balance Q-2003, realizado por la GFMS para el WGC, febrero de 2004

La siguiente gráfica presenta los principales sectores que demandaron la producción mundial del oro para los años 2002 y 2003

**Demanda de oro en el mundo (Toneladas)**



\* Datos proporcionados de manera provisional.

Fuente: Gold Supply & Demand Balance Q-2003, realizado por la GFMS para el WGC, febrero de 2004<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Los totales pueden no empatar debido al redondeo independiente. La protección neta del productor es el cambio en el impacto del mercado físico de los préstamos de oro en compañías que explotan, distribuyen y colocan el metal. La inversión neta implicada es el resultado de combinar todos los otros datos de GFMS sobre oferta/demanda del oro según lo demostrado en la tabla sumaria. Como tal, captura el impacto físico neto de todas las transacciones no cubiertas por las otras variables de oferta/demanda.



De los datos anteriores podemos observar que la extracción minera está complementada con la recuperación o reciclaje de oro de algunos objetos antiguos y de las ventas oficiales que realizan algunos bancos directamente de sus reservas. Si se cruzaran los datos de la manufactura de joyería contra la extracción minera del año 2002, tendríamos que ésta ocuparía el 103% sobrepasando la oferta minera, la cual sería insuficiente. Mientras que para el año 2003 la producción de minas se ubicaría en un 97%, por lo que la producción minera apenas sería suficiente.

Si comparamos la manufactura de joyería contra la oferta total de oro, tenemos que en el año 2002 este sector abarcó el 67% del total de la oferta mundial. Para el año de 2003 el sector joyero representó el 62% de la oferta. Por lo que vemos que el mercado de la joyería tuvo una contracción, sin embargo no hay que perder de vista que la oferta fue menor en el 2002 y la demanda mayor, en tanto que en el año 2003, la oferta creció y la demanda disminuyó, lo que puede hacer que se acreciente la distancia entre los dos valores del sector y se perciba como un mayor receso de la demanda de joyería.

#### *Demanda de joyería en oro por país*

La siguiente tabla es obtenida del análisis que presentó la GFMS, en febrero del 2004 referente al mercado mundial del oro. Y se refiere a la demanda o consumo que presenta cada país en el sector joyero. Esta tabla está relacionada con los datos presentados en las dos gráficas anteriores, y puede verificarse los datos para comprobar que se trata de las mismas cifras.

Con estos podemos resaltar que México es uno de los 15 primeros demandantes de joyería de Oro, con un consumo de 41.7 toneladas en el 2003. Tuvo una diferencia de 12 toneladas aprox. con respecto al 2001, y de 6.1 toneladas aprox. contra el 2002. Eso indica que el mercado demandante de joyería en el país se está contrayendo<sup>8</sup> pero sigue siendo bastante amplio.

Consumo de joyería por país.			
Paises	2001 (ton)	2002 (ton)	2003 (ton)
India	597.7	459.3	479
Estados Unidos	389.3	385.6	348
China	203.2	199.6	201.1
Turquía	91.4	96.7	155.8
Arabia Saudita	163.4	139.3	128.2
UAE	94.9	87.9	84.2
Italia	91.2	87.6	82.3
Indonesia	97.8	92.9	82
Reino Unido	81.9	79	73.1
Egipto	115.9	82	66
Pakistán	47	48.1	56
Corea del Sur	63.5	60.7	47
Francia	52.4	47.2	44.8
México	53.7	47.8	41.7
Japón	50.6	48.6	41.3
Tailandia	53.3	46.3	36.2
Brasil	40.1	36.3	28.9
Alemania	39.3	34.6	28.9
Kuwait	27.1	23.1	23.7
Vietnam	23.8	24.7	22.8
Taiwan	41	18.9	18.8
Malasia	19.4	19.3	17.2
Bahréin	12.7	12	10.8
Singapur	11.7	11.1	10.2
Hong Kong	21.5	16.9	10
Omán	8	7.5	7.1
Qatar	7.3	6	5.5
Subtotal	2499	2219.2	2150.4
Otros**	538.8	469.7	396.4
Total Mundial	3037.9	2688.9	2546.8

Fuente: Gold Supply & Demand Balance Q-2003, realizado por la GFMS para el WGC, febrero de 2004

La demanda o consumo se refiere a la compra del usuario o cliente final. Por lo tanto esta demanda esta compuesta por la fabricación doméstica más las importaciones.

\*\* Incluidas piezas de repuesto

<sup>8</sup> La contracción se debe a la alza del costo del metal que ha sido considerable, debido a los problemas bélicos que presenta E. U. e Irak, principalmente.



### Oferta y demanda de joyería en oro a nivel mundial

En esta sección tenemos los países productores de joyería y sus requerimientos de metal, los cuales compararemos contra los datos de los principales consumidores de joyería, con el fin de profundizar un poco más en el conocimiento de la industria.

Para ello se presenta la tabla<sup>9</sup> siguiente junto con una variante más: el déficit cubierto por las importaciones de algunos de los principales países fabricantes. Este déficit resulta de restar la cantidad de joyería fabricada por país y sus necesidades o demandas reinantes en el mismo país; por ejemplo, la India produjo 695 toneladas y su mercado interno consumió 855 toneladas, lo cual la llevó a importar 160 toneladas para satisfacer completamente la demanda.

Países productores y su oferta		Países consumidores y su demanda		Deficit cubierto por importaciones Toneladas
País	Toneladas	País	Toneladas	
India	695.085	India	855.25	-160.165
Italia	520.925	Estados Unidos	387.506	-112.893
Estados Unidos	274.613	Arabia Saudita	221.121	-68.42
Turkia	209.303	China	207.437	-26.124
China	181.313	Turquia	207.126	2.177
Japón	173.227	Países del Golfo	157.677	157.677
Arabia Saudita y Yemen	152.701	Corea del Sur	120.357	-13.684
Egipto	107.295	Egipto	119.735	-12.44
Corea del Sur	106.673	Pakistan	119.113	119.113
Indonesia	98.898	Indonesia	106.673	-7.775
<b>Totales</b>	<b>2520.033</b>		<b>2501.995</b>	<b>-401.501</b>

Fuente: Gold Supply & Demand Balance Q-2003, realizado por la GFMS para el WGC, febrero de 2004

En un breve análisis que la GFMS presenta en su introducción a la nueva publicación sobre el mercado del oro, hace una descripción del mercado en el 2003 de la siguiente manera:

"La fabricación de joyería italiana sufrió una de las caídas más grandes, (85 toneladas), debido a la competencia intensa de países como Turquía, así como una débil demanda en los mercados importantes como los Estados Unidos y América latina. La fabricación norteamericana bajó un 7%, resultado de ventas domésticas débiles al por menor, sin embargo las ventas mejoraron en el último trimestre de 2003.

Por otra parte, Turquía aumento la utilización en 67 toneladas en su producción alcanzando 213 toneladas en el 2003, convirtiéndose en el tercer fabricante más grande de la joyería del mundo, detrás de la India e Italia. También se observó que la declinación en el consumo de la joyería, era causado por los cambios en las maneras y hábitos de gasto del consumidor, esto contribuyó a la caída general en el total de la fabricación de joyería."

### Tipos de joyería en oro en el mercado mundial

Según el Instituto del Oro el mercado de la joyería no es homogéneo a nivel mundial. La compra y venta de joyería está determinada por factores sociales, económicos y culturales y esta varía considerablemente de país a país. Esta organización determina que existen dos tipos de joyería:

<sup>9</sup> Los datos fueron tomados de la página electrónica del Instituto del Oro y su Fuente es: Gold Fields Service Ltd., encuesta 2001 (Londres) abril 2001



- la de adorno: que es la que se compra como accesorio personal para un uso cotidiano
- la de inversión: que funciona como un tipo de ahorro, sobre todo en aquellos países donde las devaluaciones o inestabilidad económica puede variar.

#### Joyería de adorno

Es el principal tipo de joyería comprada en América y Europa. Hay un considerable margen de ganancia que permite cubrir costos por distribución, empaque, diseño, otros materiales empleados, etc. El Kilataje<sup>10</sup> en que se produce la joyería de este tipo puede variar desde los 8 a los 18 kilates, los más comunes son 14 y 18 kilates.

El mercado predominante es el de la joyería nueva, sin embargo existe un pequeño mercado de comercio de joyería seminueva o de segunda. El precio de la materia prima no tiene mucho que ver en el precio final de venta al consumidor. La manera como se comercializa, los gustos del cliente y la publicidad son los principales medios para incentivar el consumo en este tipo de joyería. Su compra está determinada por una economía más o menos desahogada o por ingresos extras al no ser un bien básico.

El mercado presenta estaciones donde las ventas tienden al alta como la época navideña, que en la mayor parte de los países es importante. Sin embargo cuando la economía de un país se ve afectada la demanda disminuye considerablemente, mientras que en una economía próspera su consumo aumenta.

#### Joyería de Inversión

Este tipo de joyería es consumida tradicionalmente en el Oriente Medio y gran parte de Asia. La función no es sólo estética o de adorno, sino que también es un medio de ahorro muy popular. En muchas áreas rurales, junto con otros productos de oro, es empleado cuando los servicios bancarios son limitados. En muchas culturas la joyería femenina es la única manera en que las mujeres pueden tener pertenencias.

La estética que presenta las joyas suele ser bastante llana, presenta un Kilataje "alto" de 21, 22 y 24 kilates<sup>11</sup>, para el Medio Oriente, la India y China respectivamente. La ganancia que reporta este tipo de joyería es bajo. Se cotizan de la siguiente manera: se parte del peso de la pieza o joya, este es multiplicado por la cotización de precio del oro en ese momento, mas una cantidad extra por el proceso de fabricación. Es común en estos mercados que se financie la adquisición de una joya aunque de igual manera se compra en efectivo.

La variación del precio del oro en estos países puede verse afectada por factores sociales o culturales (cosechas perdidas, festivales, etc) aumentando directamente el precio del oro, esto aumenta el consumo de joyería y se presenta el fenómeno de financiamiento. En tanto la joyería de adorno se ve afectada sólo por el aumento de precio del metal y el consumidor suele esperar a que el precio baje o se estabilice para continuar comprando joyería nueva.

### 3. La plata

#### *Producción mundial*

El GFMS<sup>12</sup> presento un reporte anual dirigido al Instituto de la plata<sup>13</sup>, en donde describe la situación de la plata a nivel mundial. Dicho documento presenta los primeros 20 países productores de plata los cuales se muestran en la tabla de la página siguiente:

<sup>10</sup> La cantidad de oro que contiene una pieza se mide en Kilates, de esta manera una pieza 100% de oro tiene 24 kilates, una de 18 tiene 75% de oro, una de 14 kilates tiene 58.3% de oro y una de 8 kilates tiene 33.3% de oro.

<sup>11</sup> La cantidad de oro que contiene una pieza de 21 kilates es 87.5% de oro, la de 22 kilates 91.7% de oro y la de 24 kilates 100% de oro

<sup>12</sup> El reporte fue obtenido de la página del Instituto de la plata el cual presenta en su totalidad el estudio realizado por la GFMS con datos del año 2003, [<http://www.silverinstitute.org/supply/index.php#demand>], consultado el 10 de octubre de 2004.

<sup>13</sup> El instituto de la plata es un organismo internacional creado por empresas que componen el ramo de la plata con la finalidad de promover el comercio de la plata y brindar información sobre el metal.



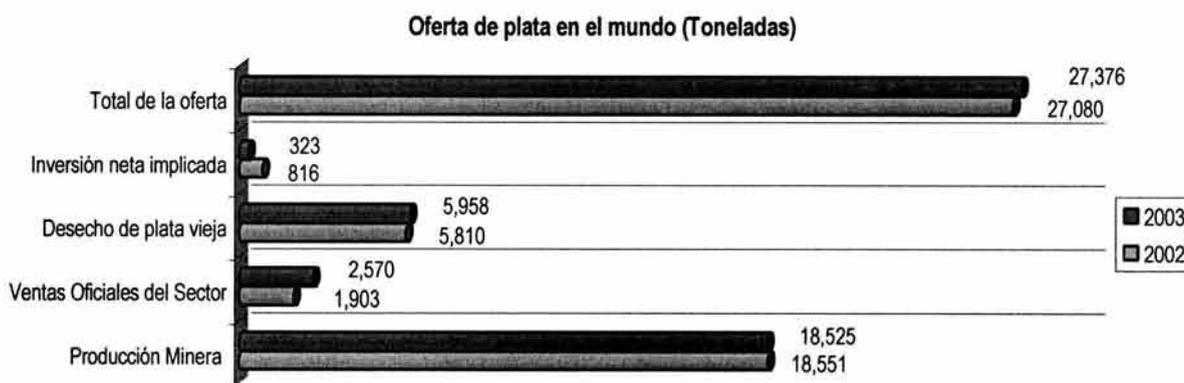
Nº	País	Millones de onzas	Toneladas
1	México	93.8	2,917
2	Peru	89.2	2,774
3	Australia	60.2	1,872
4	China	46.8	1,455
5	Polonia	44.3	1,378
6	Chile	41.6	1,294
7	Estados Unidos	41.5	1,291
8	Canadá	41	1,275
9	Rusia	33.8	1,051
10	Kazakhstan	22.9	712
11	Bolivia	15	467
12	Suecia	9.9	308
13	Indonesia	9.6	299
14	Marruecos	8.1	252
15	Argentina	4.6	143
16	Turquía	3.6	112
17	Sudáfrica	3.4	106
18	Irán	2.6	81
19	Japón	2.5	78
20	India	2.2	68

Fuente: The Silver Institute, World Silver Survey 2004 by GFMS

Como vemos México es el principal país productor de plata en el mundo, proporcionando alrededor del 15.75% de la producción mundial<sup>14</sup>.

#### Distribución de la oferta y la demanda de plata a nivel mundial

Con respecto a la oferta de plata en el mundo tenemos la siguiente tabla que muestra el monto total de la oferta y las fuentes que la componen.



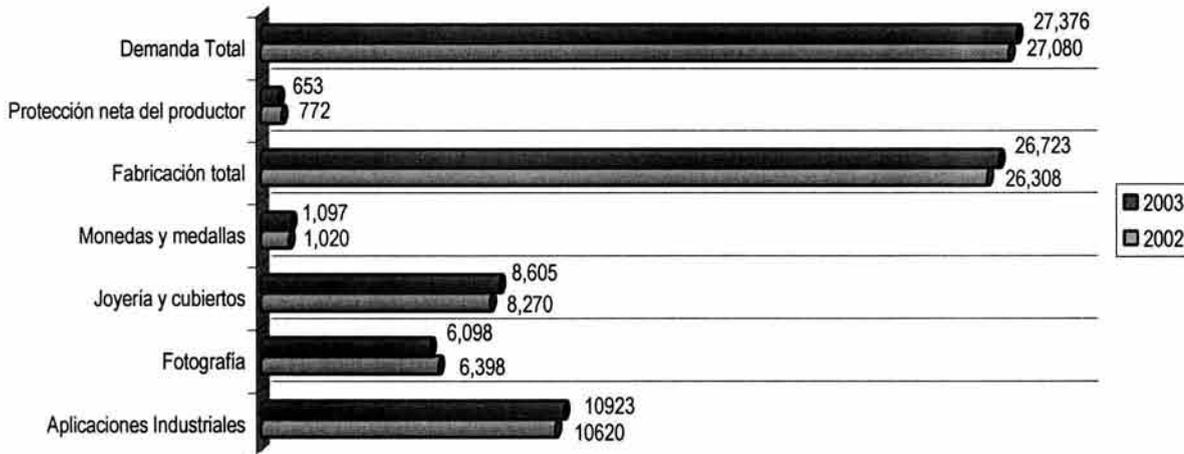
Fuente: The Silver Institute, World Silver Survey 2004 by GFMS

<sup>14</sup> El resultado se obtuvo multiplicando la producción anual de México en el 2003, por 100% y dividiéndolo entre la producción total mundial del mismo año, todos los datos obtenidos del mismo reporte del Instituto de la plata.



La siguiente tabla muestra el destino de la oferta de la producción mundial, mostrando los datos relacionados al metal empleado en la manufactura de joyería y cubiertos, que representa el 31.43% de la oferta total de plata y el 46.45% de la producción minera del año 2003.

**Demanda de plata en el mundo (Toneladas)**



Fuente: The Silver Institute, World Silver Survey 2004 by GFMS

**Producción de joyería en plata**

Según el informe mencionado anteriormente que presento la GFMS ante el Instituto del oro, los 5 principales productores mundiales de joyería son:

Principales productores de joyería en plata (Toneladas)					
Año	India	Italia	Thailandia	Mexico	E.U.
2001	3,200.19	1,486.58	1,007.64	401.19	404.30
2002	2,416.47	1,411.94	1,104.05	438.51	426.07
2003	2,416.47	1,383.95	1,244.00	485.16	469.61

Fuente: The Silver Institute, World Silver Survey 2004 by GFMS

A continuación se presenta una tabla con estos mismo 5 países productores pero con datos de producción minera de cada uno de ellos y tenemos lo siguiente:

Producción minera de plata (Toneladas)					
Año	India	Italia	Thailandia	Mexico	E.U.
2001	52.87	0.00	6.22	3,029.14	1,635.86
2002	59.09	0.00	21.77	2,998.04	1,443.04
2003	68.42	0.00	18.66	2,917.18	1,290.65

Fuente: The Silver Institute, World Silver Survey 2004 by GFMS



Vemos que la India tiene que importar plata para realizar su producción de joyería, lo mismo sucede con Italia y Tailandia. En el caso de Italia la cantidad de plata exportada equivale al menos 100% de su producción de joyería.

Italia exporta principalmente a Estados Unidos, la Unión Europea, a Otros Países (como Hong Kong) y una pequeña parte a Sudamérica según se aprecia en el documento citado.

Como vemos Italia produce joyería casi 4 veces lo que produce México, con la diferencia de que México no importa plata, sino que la obtiene de sus minas. De la misma manera la producción joyera en México representa el 16.6% aproximadamente de la producción minera que se obtuvo en el año 2003. Lo cual nos da una idea sobre el bajo desarrollo de nuestra industria joyera con respecto a Italia, quien exporta la mayor parte de su producción.

#### *La joyería de plata en el mercado mundial*

La información que se presenta bajo este título, es presentada por el instituto de la plata en su página oficial<sup>15</sup>, dando una visión general de los usuarios y los escenarios o áreas de interés que tienen éstos.

Con su atractivo lustre blanco, la joyería de plata Esterlina combina la resistencia de un metal precioso con una capacidad inexplicable de adaptarse a las demandas de la moda. La selección ilimitada de diseños disponibles, de lo serio y tradicional hasta lo fuerte y dramático, permitiendo que usted construya un guardarropa de joyería de plata extenso y personalizado acorde a cualquier gusto, estilo y presupuesto.

La clasificación o segmentación del mercado mundial de la joyería en plata que enfatiza el instituto de la plata de manera general es la siguiente:

- Mujeres
  - Informal
  - Trabajo
  - Día de fiesta
  - Nupcial
- Adolescentes
  - Lo de Moda
  - Lo actual
  - Escena de la calle
- Hombres
  - Accesorios
  - Mancuernillas
  - Pasatiempos

---

<sup>15</sup> Página del instituto de la plata con información acerca de la joyería de plata y sus modalidades, [<http://www.silverinstitute.org/home/jewelry.php>], consultado el 1 de octubre de 2004



#### 4. Consumo en México

##### Oro

Ahora analicemos lo que sucede en el mercado nacional. Primero observaremos los datos referentes a la producción de joyería en oro<sup>16</sup> en México registrados en el INEGI, en los últimos tres años con el fin de ver el tipo de bien que se fabrica y la cantidad correspondiente. Presentados en la tabla siguiente:

Joya	2001 (Ton)	2002 (Ton)	2003 (Ton)
Anillos	0.201	0.233	0.234
Collares y Gargantillas	0.026	0.018	0.013
Aretes y Broqueles	0.388	0.447	0.429
Cruces, Dijes y Similares	0.423	0.590	0.514
Argollas	0.200	0.252	0.218
Medallas	0.436	0.486	0.426
Cadenas	1.991	2.154	1.371
Pulseras y Brazaletes	1.681	1.980	1.828
Otras	0.377	0.261	0.074
Total	5.724	6.420	5.107

Fuente: INEGI, encuesta industrial mensual, fabricación de joyas de oro.

En la siguiente tabla se presentan los datos importantes para el análisis de la industria joyera en México según las diferentes fuentes de información al respecto:

Industria de la joyería de Oro en Mexico (Toneladas)	2001	2002	2003
Demanda de joyería en oro*	53.70	47.80	41.70
Producción minera de oro nacional**	25.75	23.60	22.07
Producción nacional de joyería en oro***	5.72	6.42	5.11
Producción Nacional Aproximada de joyería de oro****	8.18	9.17	7.30
Déficit de joyería en oro cubierto con importaciones*****	-45.52	-38.63	-34.40

Fuentes:

\*Según datos de la GFMS en su reporte *Gold Supply & Demand Balance Q-2003* presentado al WGC arriba citados

\*\*Según datos sobre producción minera del INEGI<sup>17</sup>

\*\*\*Datos obtenidos de todos los productos manufacturados en joyería de oro, datos del INEGI

\*\*\*\*Proyección Aproximada que resulta de considerar que la producción nacional de joyería, representaba el 70% de la manufactura real.

\*\*\*\*\*Dato que resulta de la resta de la producción aproximada y de la demanda del mercado, para estimar los datos de importación de joyería.

De esta tabla podemos deducir que la producción minera nacional de oro no es suficiente para satisfacer únicamente la demanda de joyería de oro. Por lo que se debe que recurrir a la importación de más del 50% de la materia prima, para satisfacer al mercado en caso de que en el país se fabricara lo suficiente para el mercado interno. Por otro lado se aprecia que la producción joyera no es suficiente ni siquiera para satisfacer el consumo nacional, con ello se explica por que se importa tanta joyería de oro en especial la italiana

<sup>16</sup> Datos del INEGI, acerca del Sector Manufacturero, Indicadores de la Encuesta Industrial Mensual por División y Clase de Actividad Económica, Cifras Absolutas, 205 Clases de Actividad Económica, Volumen y Valor de Producción por Clase de Actividad y Producto, IX Otras Industrias Manufactureras, 390001 Fabricación de Joyas y Orfebrería de Oro y Plata, Joyas de Oro

<sup>17</sup> INDICADORES ECONÓMICOS DE COYUNTURA, Industria Minerometalúrgica, Volumen de Producción por Principales Productos, Metales Preciosos, Valores Absolutos



Es evidente también que el resto del oro que no se emplea en la producción de joyería, se desaprovecha aparentemente salvo que se contara con los datos que hablen sobre el destino del excedente, podemos decir de manera prematura que nuestra producción de oro no es aprovechada para un desarrollo de la industria joyera.

Todo lo anterior nos habla de un mercado de consumo interno insatisfecho y carente de opciones de compra, al menos de propuestas nacionales que atrapen al comprador. Esta visión aparentemente mala presenta un mercado con potencial de expansión y desarrollo para los productores nacionales, que pueden tener la opción de satisfacer el mercado interno o la satisfacción de un mercado internacional que es aprovechado también por los italianos. Justo en este escenario el diseño sería una estrategia a seguir para la expansión de la empresas mexicanas.

### Plata

Según la GFMS en su *World Silver Survey 2004* la fabricación mexicana de la joyería y de los cubiertos registró un aumento fuerte en el 2003, rebasando un nivel que no era superado desde 1997. Ellos estiman que la demanda de la joyería producida alcanzo las 486 toneladas en el 2003. Este resultado parece contrario a la débil economía mexicana del año pasado. Sin embargo, la demanda de la fabricación estuvo beneficiada por varios aspectos según dicen ellos. El primero se debe a que muchos de los fabricantes de joyería de oro, cambiaron a la producción de joyería de plata que es mas accesible para los consumidores considerando su costo, en especial para el mercado interno. El segundo se debe a que la joyería en plata ha llegado a estar más de moda entre consumidores locales, debido a que los diseños se han mejorados y son más modernos. Y el tercero, es que la exportación de la joyería mexicana aumento durante el año pasado.

Por otro lado aun que no se obtuvieron datos sobre el consumo interno de joyería en plata, podemos suponer que en caso de que el mercado nacional llegara a una saturación de productos nacionales, esta puede ser direccionada a países como Estados Unidos, la Unión Europea y China<sup>18</sup>, los cuales en este instante están siendo promovidos por el Banco Nacional de Comercio Exterior, el cual ha realizado estimaciones de la potencialidad, las oportunidades y de las acciones a tomar para el apoyo de la industria nacional en materia de exportación. Reiterando en la aplicación del diseño como una estrategia para competir en el mercado interno en un primer momento y posteriormente en uno internacional, pudiendo desplazar las importaciones de joyería italiana aun en el mercado externo.

## 5. Conclusiones

El presente capítulo refuerza la importancia de preparar más diseñadores con una sólida educación temas de desarrollo de la industria nacional, en este caso de la industria joyera, los cuales tendrán mayores posibilidades de sobresalir en un mercado cada vez más competido, no sólo a nivel nacional sino también a nivel mundial.

A partir de los datos presentados, vemos que México apenas produce el 30% aproximadamente de la demanda nacional de joyería en oro, el resto es cubierto con importaciones principalmente de Italia. Ésta se caracteriza por tener buenos diseños y un alto grado de automatización.

---

<sup>18</sup> En la página oficial de Bancomex [ <http://www.bancomext.com/Bancomext/index.jsp>], puede encontrarse información sobre mercados potenciales, en el caso de china se plantea un mayor abanico por la población ese país, el ingreso per capita, y su consolidación como un mercado nuevo con apertura internacional. Consultado el 5 de octubre de 2004



La única manera que considero viable para contrarrestar la presencia de joyería italiana de oro y de plata, es preparar un mayor número de profesionales y técnicos con sólidas bases en los materiales empleados en la joyería y en los procesos (tecnología de los mismos) acordes a la industria nacional, lo cual conducirá por un lado a responder las necesidades de una industria al generar propuestas viables de producción (en especial con el equipo con que cuenta el empresario mexicano) y por otro a la ampliación del campo de acción profesional del diseñador industrial.

México, como se vio, es un país con recursos naturales bastos que son explotados y exportados sin mayor provecho que la ganancia derivada de la venta del bien. Así mismo el país tiene la necesidad de emplear toda esa mano de obra magnífica con la que cuenta. Es por ello que considero que el desarrollo de la joyería puede llevarnos a nuevas fuentes de trabajo no solo para diseñadores sino para nuestra un sin fin de profesionales, técnicos y trabajadores en general. Se cuenta con los recursos, con una mano de obra y con una profesión como el diseño que comienza a consolidarse dentro del ámbito nacional, sólo se necesita emprender el camino en esa dirección. Así el diseño puede ser una herramienta muy importante que nos ayude a propiciar el crecimiento de la industria joyera, en un primer momento, posteriormente una apertura de los mercados internacionales con el consecuente desarrollo en ese sector que el país necesita.



### III. Procesos de manufactura en México

#### 1. Determinación de los procesos más empleados en la manufactura de joyería en México

Para la determinación de los procesos más empleados en la manufactura de oro y plata, se recurrió a cuatro fuentes de información:

1. El Consejo Mundial del Oro
2. La oferta de equipo y maquinaria de la *Expo Joyería Guadalajara* (realizada en octubre de 2003)
3. La oferta educativa
4. Consulta con la Cámara Nacional de Joyería y Platería

El Consejo Mundial del Oro (WGC) fue fundado en 1987, y es una organización formada y financiada por las principales compañías de explotación minera de oro del mundo, con el fin de estimular y de maximizar la demanda para los consumidores, inversionistas, industria y el sector oficial.

El WGC actúa como fuente de información con respecto a la industria del oro, proporcionando datos del consumo del oro.

La EXPO JOYERIA GUADALAJARA, es la exposición más importante de América Latina y en esta pasada feria cumplió 20 años de existencia. Es realizada año con año para la estimulación del mercado nacional y para mantener a la altura la producción y comercialización de la joyería nacional, incluyendo un abanico considerable de tecnología para la manufactura.

La oferta educativa es la creación de cursos, tanto de Cámaras de Joyerías, escuelas privadas y públicas para la transmisión y enseñanza del conocimiento de las técnicas de joyería. Por lo que podemos considerar que esta oferta existente es reflejo de las necesidades del mercado laboral que demanda personal calificado y con mejor preparación para el desempeño laboral.

La Cámara Nacional de Joyería y Platería, fue creada para incentivar el crecimiento y desarrollo de la industria joyera del país. Y aunque no cuenta con control en todo el país, tiene una papel importante en la capacitación, agilización de tramites, asesorías y otros servicios que ayudan a lograr los objetivos que fueron origen de su creación.

Consultado estas fuentes fue como se comenzó a esbozar un ideal de los procesos que son empleados con mayor frecuencia en la manufactura de joyería. Los cuales arrojaron datos mucho más reales desde mi punto de vista que si se hubiera llevado a cabo una investigación de campo directa a las empresas. Sin contar los innumerables problemas que surgirían, tales como una desconfianza generalizada a la transmisión de su información.

#### 2. Consejo Mundial del Oro (WGC)

El Consejo Mundial del Oro tiene múltiples fuentes de información que ayudan a las empresas y a los diferentes profesionales que se acercan a ella, en su página de Internet, se logró consultar información acerca de los procesos productivos empleados en la fabricación de joyería en oro.

En cuanto a tecnología en la fabricación de joyería, Según el WGC hoy en día mucha joyería todavía se hace en talleres tradicionales alrededor del mundo con habilidades metalúrgicas básicas, utilizando herramientas de



mano y un empleo limitado de máquinas. Sin embargo, cada vez más, está siendo hecha por métodos de producción masiva con máquinas y equipo modernos en fábricas, donde ya no son necesarias las habilidades manuales tradicionales.

En la producción masiva las tecnologías principales, según la base de datos del WGC, son las siguientes<sup>19</sup>:

- Cera perdida
- Estampado (Troquelado)
- Rolado (tubos)
- Electroformado
- Fabricación de cadena
- Soldadura
- Acabados
- Nuevas Tecnologías

### 3. Oferta de herramental presentada durante la Expo Joya Guadalajara (octubre de 2003)

*Ligas para aleaciones (ligas, soldaduras y venta de metales puros)*

- UNITED (ligas y soldaduras, compañía americana)
- ULTRA CAST (ligas y soldaduras, cía. italiana)
- LEG.OR (ligas y soldaduras, cía. italiana)
- MELT ITALIANA SAS (ligas soldaduras y metales, cía. italiana)
- PANDORA SNC (ligas y soldaduras a la medida -especiales-, cía. italiana)
- PRO-GOLD SRL (ligas para orfebrería, joyería y platería, cía. italiana) \*\*\*<sup>20</sup>
- INTERNACIONAL DE METALES (metales, ligas y soldaduras, cía. mexicana)

*Maquinaria manual en general (incluso equipo para una parte de algún proceso)*

- DOXA (cualquier proceso, cía. mexicana)
- DADOS GALLO (cizalla, dobladora de arillo, sierras y calandra, cía. mexicana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*
- ORFEBREX (comercializadora de herramienta extranjera y marca propia, cía mexicana)
- OBI (comercializadora de herramienta extranjera, cía mexicana)

*Sistemas de fusión*

- CEIA (cía. italiana)
- IECO SRL (cía. italiana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

*Producción de cinta o chapa*

- IECO SRL (cía. italiana)
- INVIMEC SRL (cía. italiana)

<sup>19</sup> Cabe señalar que no se describirá el proceso en este capítulo. En caso de que el proceso no sea abordado en la tesis, se puede consultar el glosario de términos.

<sup>20</sup> \*\*\* Empresas con oficinas en México



- OAM SRL (cía. italiana)
- MAMI (cía. mexicana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

*Producción de tejidos*

- IECO SRL (cía. italiana)
- OMBI SPA (cía. italiana)

*Fundiciones estáticas*

- CEIA (cía. italiana)

*Producción de hilo*

- CIEMMEO (cía. italiana)
- IECO SRL (cía. italiana)
- INVIMEC SRL (cía. italiana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

*Fundición al vacío*

- MANFREDI SPA (cía. italiana)

*Producción de cadena*

- CIEMMEO (cía. italiana)\*\*\*\*<sup>21</sup>
- FASTI (cía. italiana)
- GB MECCANICA SNC (cía. italiana)\*<sup>22</sup>
- INVIMEC SRL (cía. italiana)
- OMBI SPA (cía. italiana)
- SISMA SPA (cía. italiana)\*\*\*\*
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

*Producción de tubo*

- GB MECCANICA SNC(con o sin costura) (cía. italiana)\*
- INVIMEC SRL (cía. italiana)
- LORENZATO SRL (cía. italiana)\*\*<sup>23</sup>
- OAM SRL (cía. italiana)
- OMBI SPA (cía. italiana)
- MAMI (cía. mexicana)\*\*
- DADOS GALLO (cía. mexicana)\*\*

---

<sup>21</sup> \*\*\*\*Empresas con la capacidad de diseñar máquinas y automatizar sólo el proceso en el que se colocó

<sup>22</sup> \* Compañías italianas que ofrecen un soporte para la solución de problemas, donde el cliente plantea sus necesidades y ellas proponen soluciones "llave en mano", empleando cualquier tecnología y maquinaria para cualquier proceso deseado. Adecuándose a todas los tamaños de empresas y presupuestos. Por otro lado sus soluciones están enfocadas a la automatización de un proceso o de toda la producción según lo desee el cliente

<sup>23</sup> \*\*Las secciones del tubo que producen puede variar según lo desee el cliente



#### *Soldaduras*

- IECO SRL (polvos para soldadura, cía. italiana)
- DETESA (horno eléctrico de banda, cía. italiana)\*\*\*

#### *Tecnología de láser (grabado y soldado)*

- CIEMMEO (soldadura, cía. italiana)
- MANFREDI SPA (soldadura y grabado, cía. italiana)
- SISMA SPA (soldadura y grabado, cía. italiana)\*\*\*\*
- DETESA (soldadura y grabado, cía. italiana)\*\*\*

#### *Electroerosión por hilo*

- MALEX (cía. mexicana)

#### *Troquelado y estampado*

- CIEMMEO (cía. italiana)
- ENERGO DI TASCHINI (prensas y troqueles, cía. italiana)
- LORENZATO SRL (manual y progresivo, cía. italiana)
- OMBI SPA (cía. italiana)
- MALEX (diseño y fabricación de troqueles, cía. mexicana)
- MAMI (cía. mexicana)
- DADOS GALLO (cía. mexicana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

#### *Embutidores manuales*

- MAMI (cía. mexicana)

#### *Sistemas de limpieza*

- IECO SRL (cía. italiana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

#### *Electromoldeado*

- IECO SRL (cía. italiana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

#### *Sistemas de pulido*

- FIMOR SRL (cía. italiana)\*\*\*
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

#### *Producción galvánica*

- FIMOR SRL (cía. italiana)\*\*\*
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*

#### *Diamantado*

- OMPAR SRL (cía. italiana)
- DETESA (cía. italiana)\*\*\*



#### *Afinación y recuperación de metales*

- DETESA (cía. italiana)\*\*\*
- METALIX (cía. americana)

#### *Diseño asistido por computadora*

- 3DESIGN (Programa específico para el diseño de joyería)
- TYPE3 (Interfase entre el diseño, CAD / CAM y una máquina de Control Numérico por Computadora (CNC))
- VENTURE 20 (Máquina para obtener prototipos a través del sistema CAD / CAM)

Las compañías italianas emplean en sus máquinas y equipos lo último en tecnología, aún dedicándose sólo a un proceso la maquinaria es automatizada realizando completo el proceso obteniendo un producto terminado. Esto puede ser en algunos casos malo ya que hay ciertas máquinas que realizan únicamente cierta tarea y no se adaptan fácilmente a otra diferente (tecnología estática).

#### 4. Oferta educativa

Se refiere a aquellos programas que abordan la capacitación hacia algún proceso productivo. Las ofertas van desde cursos, seminarios, carrera técnica y parte de la formación de diseñadores industriales como taller o materia dentro del plan de estudios.

Se investigó en diferentes medios como la Expo Joya en Guadalajara y vía Internet, para detectar otros lugares donde se ofrezca este tipo de enseñanza.

Algunos de los lugares donde se ofrece son los siguientes (Ver Anexo C para más detalles):

##### *a. Cámara de Joyería Jalisco*

- Curso gemología I
- Gemología II
- *Curso modelado en cera*
- Modelado avanzados
- *Curso montado y vaciado en cera*
- *Curso de metalurgia*
- *Conferencia recuperación de metales*

##### *b. Instituto de Arte Bribiesca (Expo)*

- Carrera técnica de diseño en joyería

##### *c. Instituto Descentralizado del Gobierno del Estado de Jalisco (IDEFT)*

- Curso de joyería básica

##### *d. Diamantex*

- Técnica: *Vaciado a la cera perdida, Terminado, Galvanoplastia y Lapidaria*



e. *Cámara Nacional de Joyería y Platería*

- Vaciado a la cera perdida
- Gemología

f. *Escuela de Joyería Ibarra (Internet)*

- Curso mega
- Curso de electroplateado
- Curso express

g. *Escuela de Artesanías, INBA*

- Técnico Artesanal con Especialidad en: Esmaltes o Joyería y Orfebrería.

## 5. Consulta con la Cámara Nacional de Joyería y Platería

Se buscó información sobre los procesos empleados en la industria joyera de nuestro país en la Cámara Nacional de Joyería y Platería, la institución que agrupa a la mayor parte de los joyeros en el país. Sin embargo no se encontró información bien fundada al respecto. Pero en razón de la experiencia del Sr. Kléber Mayer López, que funge como presidente de la cámara, se precisó que los tres procesos de mayor uso en la manufactura de joyería son:

1. Elaboración a mano
2. Vaciado a la cera perdida
3. Troquelado y estampado

Cabe mencionar que se mostró interés en el presente proyecto, en especial por la integración del diseño al proceso productivo, y se comentó que es una de las cosas que más hace falta a la industria joyera: el desarrollo del diseño propio.

## 6. Análisis de la Información

Para la obtención de datos, ordenaremos la información obtenida en las siguientes tablas con el fin de precisar los tres procesos más empleados en la producción de joyería. Esto nos permitirá abordar y desarrollar los siguientes capítulos.

Dentro de los procesos empleados para una producción masiva según el Consejo Mundial del Oro (WGC) tenemos: Cera perdida, Estampado (troquelado), Rolado (tubos), Electroformado, Fabricación de cadena, Soldadura, Acabados y las Nuevas tecnologías. Como podemos ver estos corresponden a los procesos de manufactura más empleados en todo el mundo, en la obtención de una producción en serie. Sin embargo podríamos tomar en cuenta el orden en que fueron colocadas en la página del mismo Consejo Mundial del Oro, como punto de referencia para determinar cuáles son los procesos que más relevancia tienen en la producción de joyería.

De esta manera vemos que los tres procesos más importantes para el CMO son:

- Cera Perdida
- Estampado
- Rolado (Tubos)



Podemos considerar este punto de vista a nivel internacional, ya que la función del consejo es a nivel internacional y por lo tanto esta visión puede cambiar o verse modificada de un país a otro.

Con respecto a la *Expo Joya Guadalajara*, realizada en octubre, en la siguiente página podemos observar los resultados.

Máquinaria ofertada en la Expo Joya Guadalajara Octubre 2003	
Procesos	N° de empresas
Ligas para Aleaciones (ligas, soldaduras y venta de metales puros)	7
Maquinaria manual en general (incluso equipo para una parte de algún proceso)	5
Sistemas de Fusión	3
Producción de Cinta o Chapa	5
Producción de tejidos	2
Fundiciones Estáticas	1
Producción de Hilo	4
Fundición al vacío	1
Producción de Cadena	7
Producción de Tubo	7
Soldaduras	2
Tecnología de láser (Grabado y Soldado)	4
Electroerosión por Hilo	1
Troquelado y estampado	8
Embutidores Manuales	1
Sistemas de Limpieza	2
Electromoldeado	2
Sistemas de Pulido	2
Producción Galvánica	2
Diamantado	2
Afinación y recuperación de metales	2
Diseño asistido por computadora*	3

Como podemos observar la oferta en equipo y maquinaria, es muy variada y bastante amplia. No debemos olvidar que una constante que puede sesgar el resultado con respecto a esta fuente, es la presencia de un considerable número de empresas italianas que se dedican a desarrollar soluciones tecnológicas. Por lo que dicha presencia puede afectar el resultado de estos valores, sin embargo si estas empresas están presentes también puede significar que haya empresas que hayan comprado o sean clientes potenciales de estas tecnologías.

Máquinaria ofertada en la Expo Joya Guadalajara Octubre 2003	
Procesos	N° de empresas
Troquelado y estampado	8
Ligas para Aleaciones (ligas, soldaduras y venta de metales puros)	7
Producción de Cadena	7
Producción de Tubo	7
Maquinaria manual en general (incluso equipo para una parte de algún proceso)	5
Producción de Cinta o Chapa	5
Producción de Hilo	4
Tecnología de láser (Grabado y Soldado)	4
Sistemas de Fusión	3

Por ello se decidió no descartar a las empresas italianas y considerarlas en conjunto con el resto de las empresas sin importar su origen. Se amplió el espectro a los cinco procesos más relevantes (en número de empresas) en oferta de equipo y maquinaria. En tabla de arriba se muestra el resultado.



En la oferta educativa sólo se consideraron aquellas instituciones o lugares donde se realiza alguna capacitación no profesional, es decir, de capacitación para el trabajo. Ya que este tipo de enseñanza (teóricamente) está en función de las necesidades de los empresarios. Mas adelante se tomarán en cuenta las universidades donde se imparte la carrera de diseño y que cuenta con la enseñanza de la joyería y analizar la formación que reciben los profesionales del diseño al respecto.

OFERTA EDUCATIVA EN MEXICO		
Institución	Proceso	Relaciones
Camara de joyeria de Jalisco	Gemologia I	A
	Gemologia II	A
	Modelado en Cera	B
	Modelado en cera avanzados	B
	Montado y Vaciado en Cera	B
	Metalurgia	C
	Recuperación de Metales	D
2. Instituto de Arte Bribiesca (Expo)	Carrera Técnica de Diseño en Joyería	A, B, E
3. Instituto Descentralizado del Gobierno del Estado de Jalisco (IDEFT)	Joyería Basica	E
4. Diamantex	Vaciado a la cera perdida	B
	Terminado	F
	Galvanoplastia	F
	Lapidaria	G
5. Cámara Nacional de Joyería y Platería	Vaciado a la cera perdida	B
	Gemologia	A
6. Escuela de Joyería Ibarra (Internet)	Fabricación (mecánica) de Joyería	E
	Fundición Centrifuga	B
	Diseño de Joyería en Cera	B
	Electroplateado	F

En la tabla anterior, se muestra la institución que lo imparte, el curso o proceso que se enseña y las relaciones que existen entre cada uno de los procesos. Es decir, la manera en que se complementan para la enseñanza de un proceso. Por lo tanto aunque exista una variedad de oferta educativa vemos que es una parte del proceso de manufactura empleado, no es la enseñanza completa del proceso. Las ofertas presentadas, en mi opinión, son representativas del universo y de las técnicas que se enseñan en los diferentes centros o escuelas del país, ya que no fue posible alcanzar a detectar todas las escuela, instituciones o centros que imparten algún curso relacionado

Las relaciones encontradas están enfocadas a determinar que tema o área del conocimiento de la joyería aborda, es decir, determinar que temas referentes a uno u otro proceso abordan dichas ofertas educativas.

Términos empleados en las relaciones encontradas

- A. Gemología
- B. Vaciado en Cera
- C. Aleaciones (que puede estar relacionado con el vaciado en cera como parte del proceso)
- D. Recuperación y afinación de metales
- E. Elaboración a Mano
- F. Terminados (que puede ser o no una parte final del proceso de vaciado y la cual es variada)
- G. Lapidaría

Tomado como referencia estas relaciones podemos determinar la frecuencia con que se presenta el curso en las diferentes ofertas educativas, obteniendo con ellos los siguientes resultados:

Ofertas educativas	
Proceso	N° de Ofertas
Vaciado en Cera	8
Gemologia	4
Fabricación (Mecanica) de joyería	3
Terminados	3



En el caso de la Cámara los datos obtenidos sobre los procesos más empleados son directos, lo lamentable es que no tengan registro alguno que respalden dichos datos, sin embargo podemos suponer que la experiencia puede ser lo suficientemente válida para tomarla en cuenta y que finalmente se verificarán en conjunto con los otros resultados. Por lo que podremos ver qué tan cierto estaba en dichas observaciones al final del presente análisis. Quedando de esta manera:

Cámara de Joyería y Platería
Elaboración a mano
Vaciado a la cera perdida
Troquelado

### 7. Resultados

Partiendo de los datos del análisis se realizó un esquema que contiene los procesos más empleados en la manufactura de joyería en oro y plata; las fuentes de información consultadas y la relación entre éstas dos, lo cual nos lleva a la configuración del siguiente esquema:



Esquema de los procesos más empleados en la manufactura de joyería en México con base en las fuentes consultadas

De esta manera los tres procesos que se encuentran enmarcados por las elipses, serán lo que se estudiarán en este documento, así como aquellos que deben conocer los diseñadores que se dediquen al diseño de joyería y que deberán prestar especial atención en su conocimiento.

### 8. Conclusiones

Se puede observar una coherencia entre las diferentes fuentes de información, las cuales finalmente son reflejo de la realidad tanto nacional como internacional. No debemos olvidar que México se encuentra en un proceso de globalización, en donde las empresas de otros países, así como sus tecnologías, tienen acceso al mercado nacional.



En un primer momento el diseñador deberá poner especial atención no sólo en el comportamiento nacional sino en el internacional, por lo que organismos como el Consejo Mundial del Oro, pueden ayudar a posicionar nuestra visión de la industria joyera en el mundo.

No hay que olvidar así mismo, que Italia es uno de los países que tienen mayor presencia en el mercado mundial de la industria joyera, por lo que el conocimiento de lo que se encuentran haciendo sus empresas en aspectos tecnológicos es importante; ello incluye conceptos o tendencias como la automatización de la producción, y la aplicación de nuevas tecnologías, las cuales en los contextos de países desarrollados tienen una dimensión muy diferente a la que tienen los mismos en México, por lo que no debemos dejar a un lado el conocimiento de dichas tendencias.

Y aunque en un primer momento la presente tesis sólo aborda los procesos más empleados en la manufactura masiva de joyería en oro y plata, se le sugerirán al diseñador, otros procesos que podrá comenzar a conocer para tener mejores posibilidades de desarrollo. Se le proporcionarán fuentes bibliográficas y fuentes donde consultar dicha información como un punto de apoyo en el conocimiento de dichas técnicas.



## IV. LA JOYERÍA Y EL DISEÑO

### 1. La importancia de los procesos productivos en el diseño industrial

El conocimiento de los procesos de producción para el desarrollo de la profesión es de suma importancia, el poder plantear una propuesta de diseño y ver que se lleva a cabo con un mínimo de modificaciones es sinónimo de que el diseñador conoce los procesos y sobre todo que sabe como plasmar ese conocimiento en sus proyectos. Estos conocimientos si no son profundos al menos deben ser suficientes para tener en cuenta qué resultados se obtienen aplicando determinado proceso de producción.

¿Qué diseñador no se ha preguntado si una determinada propuesta de diseño podrá realizarse con alguna de las máquinas que se tiene a la mano o al alcance del bolsillo, en el supuesto de que el diseñador sea a la vez empresario?

Antes que nada quisiera mencionar algunas situaciones generales que son inherentes a la profesión de diseño, sin abordar ninguna de las complejas discusiones que siempre se presentan al tratar de definir que es exactamente el diseño, y qué es un diseñador partiendo de la experiencia vivida al ejercer la profesión. El diseñador es:

- Un elemento integrador que se encarga de amalgamar una serie de conocimientos para resolver un problema o necesidad a través de un objeto.
- Un creativo que se sirve de su imaginación y conocimiento para proponer nuevas formas, conceptos y maneras de un objeto, a esto comúnmente lo llamamos innovación.
- Un desarrollador de objetos, que puede intervenir en la conformación de prácticamente cualquier objeto, independientemente de que en la realidad no sea del todo cierta por diferentes circunstancias ajenas al diseñador. Partiendo del hecho que somos integradores y trabajamos en equipo, podemos entonces afirmar que el diseñador logrará conformar un equipo que logre desarrollar cualquier objeto y aunque no tenemos una formación tan específica como para intervenir en el funcionamiento interior de algunos objetos, podemos anticipar quien si puede solucionar esté de manera adecuada.
- Un planificador que se encarga del objeto desde la conceptualización hasta la creación física del objeto, la cual no realiza solo o sin asesoría, sin embargo debe conocer cada parte del proceso para llevar a cabo una idea a la realidad con el menor número de modificaciones.
- Un coordinador viendo e interviniendo en las diferentes partes de la producción del objeto proyectado, con el fin de llevar a cabo las expectativas técnicas de lo propuesto.
- Un evaluador al concluir la producción de al menos el primer producto terminado, con lo que se compara lo proyectado y lo que se obtuvo como resultado del proceso en la planta productiva, esto incluye observar y analizar las modificaciones y ajustes que pudo tener la idea inicial.

Si reflexionamos acerca de los puntos anteriores podemos darnos cuenta que en cada uno de ellos se hace relevante el conocer cómo se producen los objetos, haciendo que se tome una conciencia más profunda de la importancia de estos conocimientos para el diseñador industrial

En el caso de la característica de integrador que tiene el diseñador industrial, vemos que para que juegue este papel, necesita conocer al menos algo sobre procesos productivos, quién interviene en cada una de las partes de la producción, de que manera y que técnica se emplea, en conjunto con el conocimiento del material y de equipo necesario para tal fin. Esto nos lleva a ubicarnos en el universo de la tecnología, donde encontramos, ingenieros, artesanos, investigadores, obreros, etc. Quiénes son los que se encargan de la producción de los objetos. El definir qué función realiza cada uno, llevará al diseñador industrial a integrarlos como una parte fundamental del proyecto, y ubicarlos como el medio para la obtención del producto físico. En esta parte cabe aclarar que los



artesanos, por ejemplo, tienen toda una cultura y un estilo de vida propios<sup>24</sup>, y características específicas que los definen dentro de la sociedad mexicana. Esto es importante, ya que el conocer a los artesanos por ejemplo, nos llevará a entender por qué en ocasiones es un poco complejo el empatar objetivos claros y directos para lograr la ejecución de proyectos. Todo lo anterior es parte del conocimiento de quien y que hace las cosas dentro de la producción.

Como profesional creativo, el papel que juegan los conocimientos acerca del material, los procesos productivos se van a aplicar para la fabricación del objeto, la manera en que las máquinas influyen en el resultado de forma hacia el objeto, son algunos de los más importantes a la hora de plantear propuestas que estén enfocadas no sólo a fabricar el objeto, sino a darle un enfoque de producción en serie, que aunque en nuestro caso específico por las características de la industria sea una producción más bien semindustrial y en algunos casos artesanal, el diseñador deberá prestar atención especial para adquirirlos y que su lugar dentro del proceso productivo no sea eliminado o desechado. No hay que olvidar que una de nuestras razones primordiales dentro de nuestra misma profesión es la innovación, en la cual el proceso creativo y el conocimiento amplio del objeto abordado en nuestro proyecto, es relevante. Tal como lo cita en la siguiente definición Medarno Chaponni:

"El diseñador industrial, como en cualquier otra actividad de diseño, o más que otra, es intrínsecamente orientada hacia la producción del cambio y la innovación. Su propia existencia sólo puede ser justificada por un contexto innovativo"<sup>25</sup>

Bajo esta perspectiva el poseer conocimientos sobre procesos productivos es un punto de partida para innovar en la solución de problemas o de formas que lleven tanto a la satisfacción del consumidor planteado como problemas o necesidades y la realización de esa innovación. La tecnología juega un papel importante en el proceso de diseño, no únicamente a nivel técnico, también a nivel de interacción con otros conceptos como cultura, economía, antropología, etcétera, donde se mezclan dando como resultado un momento histórico del que resulta una propuesta con características específicas que responden a todas esas circunstancias dentro de una sociedad<sup>26</sup>.

Cuando el diseñador interviene en la conformación de los objetos, se convierte en un desarrollador de objetos en conjunto con la ingeniería, aun que idealmente debería existir primero un trabajo de diseño y posteriormente el trabajo del ingeniero para aterrizar completamente el objeto. Esto es presentado en la definición de Moody que dice:

"El diseño industrial trata de rectificar las omisiones ingenieriles, Es una actividad conciente de darle forma y orden visual a las creaciones ingenieriles, debido a que la tecnología no tiene esas características"<sup>27</sup>

Bajo esta definición, la intervención del diseñador es relevante en la conformación de un objeto independientemente de si es una nueva propuesta o no, ya que puede tratarse incluso de un rediseño. Pero para

---

<sup>24</sup> Victoria Novelo hace una descripción general sobre quiénes son los artesanos, quiénes son y cuánto producen en su intervención en el libro: *La capacitación de artesanos en México, una revisión*, Plaza y Valdez, México, 2003, 213p.

<sup>25</sup> Cita sobre Medarno Chaponni presentada por Raimonda Riccini en su texto "Innovation as a field of historical knowledge for Industrial Design", *Design Issues*, Vol. 17 #4, Otoño 2001, MIT Press, Cambridge, MA 2001

<sup>26</sup> Raimonda Riccini, en su texto "Innovation as a field of historical knowledge for Industrial Design", que desde el punto de vista del Método de Innovación, un objeto responde a diferentes valores y múltiples áreas las cuales se ven inmersas en un determinado momento histórico, por lo cual la historia se debe componer por la interpretación de todos esos puntos de vista, en donde la tecnología y su empleo están presente.

<sup>27</sup> Moody, citado en el texto de Viven Walsh, "Design, Innovation, and the boundaries of the Firm", *Design Management Journal, Academic Review* 2000, The Design, Management Institute, Boston, MA.



que exista una interacción completa, el diseñador debe poder entablar una comunicación en términos técnicos para poder definir problemáticas dentro de la producción de un objeto. Sin este lenguaje y cultura sobre tecnología difícilmente el diseñador podrá llevar a cabo satisfactoriamente las actividades de la profesión.

La planificación del producto dentro de las actividades de diseño industrial, son igual de importantes que las anteriormente mencionadas. En este aspecto el diseñador bajo un enfoque de producción deberá sistematizar de manera abstracta la manera en que será obtenida la producción del objeto que ha proyectado. Un cliente, por ejemplo, espera obtener un producto que pueda ser elaborado en sus instalaciones, con la infraestructura con la que cuenta, en muy pocos casos el empresario estará en posibilidades de adquirir algún equipo nuevo y quizá el diseñador influya en la decisión de adquisición, pero en la mayoría de ellos la situación será diferente y el diseñador tendrá que proyectar soluciones o propuestas acordes a la infraestructura disponible. Esto llevará inevitablemente a que el diseñador tenga que aplicar sus conocimientos sobre procesos, materiales y todo lo referente a la tecnología, si no tiene los conocimientos deberá adquirirlos para dar una respuesta óptima a las necesidades de su cliente, que en primera instancia está representado por el empresario y en una segunda por el usuario quien comprará y usará finalmente el producto.

Con respecto a las actividades de coordinador y evaluador el diseñador deberá disponer, en algunos momentos, cada una de las partes por las que pasa un objeto durante su elaboración, con el fin de evaluar la problemática que se presente, con la consecuencia de verse obligado a modificar el objeto o el producto. Entre mas modificaciones tenga el prototipo o primera producción, más se alejará de las expectativas que se tenían de él, modificando enormemente aquella propuesta inicial bajo la cual se fundamentó el proyecto, esto puede producir malestares al cliente, al diseñador y a la imagen de la profesión. En cambio cuando se plantean propuestas que sufren pocos o ningunos cambios, estaremos fomentando la cultura del diseño, y fortaleciendo la imagen del profesionista en diseño industrial, con la consecuente recomendación del trabajo personal. Esto es derivado del control que ejercemos en cada una de las fases del proyecto, y el conocimiento de todo lo relacionado a la tecnología del producto que proyectamos, y será un factor fundamental para predecir y controlar los resultados a obtener.

De esta manera podemos concluir que el manejo y conocimiento adecuado de la tecnología, influye en muchas de las actividades que el diseñador realizará en el ejercicio profesional. Desde la conceptualización del proyecto, -al determinar como son los objetos existentes en el mercado, qué procesos se emplearon para producirlos, por qué no son de otra forma, etc.-, hasta la realización de propuestas que únicamente pueden ser factibles de producir por la aplicación de tecnología de punta aplicada a la producción. Aclarando que el diseñador debe tener ciertos límites, debido al tipo de formación con que cuenta, independientemente de la escuela bajo la que se formó, no invadiendo campos ya dominados y por mucho por ingenieros o especialistas de ciertas áreas, y que traerán múltiples consecuencia para el diseñador y quizá para la profesión en si reduciendo sus habilidades y limitando sus oportunidades de ejercer. Por lo tanto considero que es indispensable que el diseñador sea consciente de la tecnología, su uso, su funcionamiento y la importancia de conocer y profundizar únicamente en aquellas áreas que le sean realmente útiles como herramienta en el quehacer profesional. No conocerá quizás, por ejemplo, cómo una máquina funciona internamente pero si las posibilidades que esta brinda en la conformación de un objeto y cómo aprovecharlas. Permitiendo que los diferentes actores puedan llevar a cabo su papel dentro de la obtención de cierto producto. No hay que olvidar que el conocer como se hacen las cosas, no implica que el deba hacerlas, pero si como se puede explotar y como se puede transmitir ese conocimiento a otro individuo para que este lo realice, esto nos llevara a un intermedio entre la práctica y la teoría, que a mi parecer es lo óptimo para un diseñador industrial.



## 2. El diseño industrial dentro de la joyería

El diseño industrial está tomando un papel cada vez más importante dentro de la industria. Los cambios en el desarrollo tecnológico han permitido mejores estándares de vida, sin embargo también han modificado parte de la sociedad y se ha convertido en un modificador directo de hábitos y costumbres a todos los niveles, lo mismo sucede dentro de la industria joyera, en donde el diseño responde a una serie de nuevas necesidades de los consumidores y puede llegar a ser una importante estrategia competitiva. Pero no sólo es una buena estrategia, a futuro puede ser un elemento que ayude a eliminar la diferencia entre un producto de primer mundo, y un producto de un país en vías de desarrollo, basado en el diseño y en estrategias de mercado bien orientadas. Este producto aunque no esté fabricado con tecnología de punta, puede brindar un producto de calidad y de competencia, a países como el nuestro, en donde el sentido de los productos toma un valor más relevante y profundo, creando una oferta conciente y no una mera producción sin objetivos y muchas veces sin sentido.

Conforme pasa el tiempo todas las sociedades cambian y así sus necesidades. Las formas en cómo se comportan económicamente todos los países ha ido evolucionando poco a poco y la industria es una parte fundamental del cambio, lo mismo que la tecnología es una constante que influye en la renovación y los nuevos caminos que toma la industria. Es por lo tanto relevante como el desarrollo tecnológico a su vez ha comenzado a modificar la vida y los asentamientos humanos.

Como punto de partida podemos apreciar que a partir de la Revolución Industrial la formación de grandes urbes se aceleró, con las respectivas consecuencias que ello trajo al no tener una planeación adecuada. Las formas sociales, culturales, económicas y políticas cambiaron radicalmente a todos los niveles, desde ese momento cada vez que se ha incentivado el desarrollo de tecnología se producen cambios profundos en la vida del ser humano. Antes, por ejemplo no imaginábamos la vida con un teléfono celular, nos parecía un objeto que sólo representaba una posición social, en estos momentos los celulares se han convertido en un objeto necesario para apoyar las actividades del ser humano, y no podemos concebir en algunos momentos el no tenerlos. Lo mismo podemos decir de las computadoras, los automóviles, el horno de microondas y un sinfín de objetos que son parte de nuestra vida cotidiana y que han modificado nuestros hábitos y costumbres, incluso la manera en cómo percibimos las cosas.

Lo mismo ha sucedido con la joyería, al aparecer las máquinas de vapor simplificaron el trabajo y se logró producir joyas en serie, que para muchos significó la destrucción de los valores artísticos de la industria<sup>28</sup>, en el libro *Platería en el Arte, siglo XX* de Carlos Pizano<sup>29</sup>, se hace una cita de un orfebre jalisciense:

"...Don Manuel Peregrina ha dicho que la platería dejó de ser un arte para convertirse en una industria mecánica, en un simple negocio."

Y refuerza la idea agregando

"La perfección y el valor estético de las piezas, sus cualidades técnicas y sus equilibradas resoluciones plásticas se han sacrificado en aras de la comodidad, la rapidez, el volumen de producción y la economía. Lo que llegó a ser llamado noble arte no es ahora sino un vulgar negocio en donde se fabrican las piezas por medios automáticos y en cantidades industriales"

<sup>28</sup> Si profundizáramos un poco en las teorías, estéticas, que no es el fin del presente trabajo, veríamos que una joya es un objeto estético aunque se produzca en serie, sin embargo podría no ser arte por supuesto.

<sup>29</sup> Carlos Pizano Saucedo, *Platería, Siglo XX. Jalisco en el Arte, Planeación y Promoción*, Colección dirigida por José Rogelio Álvarez, Guadalajara, 55p.



Con lo anterior apreciamos cómo los cambios tecnológicos han impactado aún dentro de industrias que han sido parte esencial en la vida del país<sup>30</sup>. Una industria que se presentó con más auge y fuerza después de la llegada de los españoles, en especial con respecto al manejo de la platería<sup>31</sup>, que es más abundante en México que el oro.

No obstante los cambios tecnológicos no sólo cambiaron la forma de producir la joyería, sino también la forma cómo se comercializa y cómo se exhibe.

En la actualidad no sólo el panorama tecnológico ha generado cambios en la industria, sino también el desarrollo de otras áreas; se han modificado los procesos productivos, la intervención de máquinas eléctricas se popularizó; se profundizó en conocimientos como metalurgia, mercadotecnia, entre otros; se mejoró la calidad de herramental, la purificación de químicos necesarios para la manufactura, entre muchos más, permitiendo que la joyería alcance niveles insospechados tanto de calidad, como de cantidad de piezas productivas y con precios accesibles a un mayor número de consumidores.

En la actualidad en México podemos decir que de manera generalizada, la tecnología no está ni en un nivel rudimentario, ni es tecnología de punta, es más bien una tecnología intermedia<sup>32</sup>, en la cual se emplea el trabajo del artesano u obrero, que se vale de su habilidad manual y de equipo para realizar parte de los procesos, el cual es manipulado con certeza para la obtención de piezas de muy buena calidad. Así mismo hay empresas donde la mano de obra se emplea menos, no se excluye del todo, debido al empleo de máquinas semiautomatizadas, que realizan soldaduras o grabados con rayo láser, o forja para la creación de anillos por ejemplo, etc. Lo mismo sucede con artesanos rurales<sup>33</sup> que se encuentren en lugares recónditos del interior del país, quizá empleen los accesorios o herramientas más rudimentarios, pero cabe recalcar que el fin u objetivo de su producción tiene fines diferentes al que nosotros los diseñadores le asignamos a los objetos.

Por otro lado la creación de la carrera de Diseño Industrial en México, responde a una serie de necesidades de la sociedad las cuales han cambiado aun en los últimos años y no únicamente a nivel nacional sino también mundial, siendo acentuados estos cambios con la apertura comercial que México a comenzado a presentar, como resultado de nuevas políticas económicas.

---

<sup>30</sup> Cabe señalar que la industria nacional se derivó como consecuencia de la extracción minera (la única industria permitida) que era el principal interés de los españoles, aunado a una prohibición total para el desarrollo de una industria propia e independiente de España.

<sup>31</sup> Véase Ruiz Esparza, José, México de Oro y plata, Editores Mexicanos, México 1995, 167 p, hace un descripción excepcional de la platería generada a la llegada de los españoles, formas de socialización, distribución del trabajo, tradiciones, asentamientos, formas gremiales, etc.

<sup>32</sup> E. F. Schumacher, Lo pequeño es hermoso, Blume, Madrid, Cuarta Impresión, 1981, Pág. 149-164. Describe el concepto de tecnología intermedia, como medio de desarrollo para países subdesarrollados. La tecnología intermedia es aquella que no necesita de una automatización sino del manejo pertinente a través de un usuario, es tecnología que puede uno reparar sin grandes costes y con herramienta sencilla en el mismo taller donde se emplea.

Para entender mejor esto Schumacher dice que la tecnología de punta no está a la venta a otros países o regiones, lo está la que ya es obsoleta, debido a que la tecnología de punta es una ventaja estratégica sobre otros países en especial los que se encuentran en vías de desarrollo. Aunado a que el valor de ésta excede por mucho al valor de la tecnología intermedia, cerca de 10 a 100 veces en promedio o más.

<sup>33</sup> Victoria Novelo en su intervención en *La capacitación de artesanos, una revisión*. Menciona que los artesanos rurales son aquellos que se encuentran en el interior del país y que su actividad artesanal se ve complementada con actividades del campo. Pag. 14



La intervención del diseño en la industria joyera, presenta razones mucho más profundas de las que a simple vista resaltan. Por un lado se encuentra la aglutinación de grandes cantidades de habitantes en algunas ciudades<sup>34</sup>, la modificación de necesidades entre consumidores, cambio de valores de la sociedad al formar parte de una comunidad mundial cada vez más homogénea, la necesidad de desarrollar productos que tengan un enfoque específico, la necesidad de productos no artesanales que satisfagan diferentes necesidades<sup>35</sup>. Es decir que el diseño industrial deberá tomar el desarrollo de joyería como una industria mas que requiere un producto acorde a las necesidades del consumidor y que este en relación directa con las necesidades de los productores, aplicando métodos de diseño para la obtención de buenos productos o propuestas.

El empleo del Diseño Industrial en la industria joyera puede traer diferentes ventajas competitivas, entre ellas encontramos:

- Ventaja estratégica de mercado ante la apertura internacional del comercio
- Generación de nuevos conceptos acordes a los diferentes consumidores
- Utilización como medio modificador del concepto de artesanía por el de un producto bien enfocado con características y cualidades de un producto de calidad y de producción en serie
- Medio de revitalización del mercado
- Factor de búsqueda tipo de diseño nacional propio
- Pocos profesionales dedicados al diseño de joyería en México
- Elemento de equilibrio entre una escuela un poco olvidada, y las nuevas necesidades del mercado

Haciendo una prospectiva rápida de la industria podemos anticiparnos al impacto e incorporación de nuevas tendencias tecnológicas y actitudes mundiales, las cuales tienen unos años gestándose, y que muchas de ellas ya comienzan a impactar a la industria, entre estas tendencias tecnológicas y nuevas posturas del hombre tenemos:

- los sistemas de información, que bien manejados pueden representar la diferencia al momento de comprender al cliente y posicionar el producto dentro del mercado
- los medios de comunicación, que se vuelven cada vez más accesibles al usuario y que permiten comunicación en tiempo real
- Los nuevos materiales, que pueden estar diseñados nanométricamente, mejorando las características del material haciéndolo mas adecuado al uso que se destina.
- La aplicación cada vez más amplia de procesos automatizados, que generen una flexibilidad en la línea productiva, cambiando el diseño y su confección sin detener la producción, por medio de programas de computo diseñados especialmente
- La ampliación y sustitución de productos por servicios, en donde las ganancias son consecuencia de ese servicio que se presta y no tanto del producto
- El desarrollo de productos con valores agregados altos, que satisfagan mercados más específicos, y nuevas situaciones que se presentan por la migración de habitantes a diferentes países

---

<sup>34</sup> Se tiene datos de que más del 50 % de jóvenes del país se encuentran en solo 6 estados. Y por otro lado cerca del 20% de la población total se encuentra en la Ciudad de México y área Conurbana.

<sup>35</sup> En el caso de valores transmitidos a través de la forma, la joyería artesanal, no logra satisfacer algunos mercados. No olvidemos que la joyería artesanal tiene otros fines que los pensados comúnmente, están enfocados a satisfacer necesidades locales, y tienen simbolismos que solo son leídos bajo el contexto en que fueron creados.



Todos estos puntos anteriores bien asimilados y empleados podrían mantener a la industria joyera dentro de un nivel mundial sin precedente, propiciando que México comience a figurar como un productor de joyería y no sólo como un exportador importante de metales preciosos en bruto hacia el resto del mundo<sup>36</sup>. Lo mismo es de importante la aplicación del diseño como amalgamador de esos valores que se van presentando conforme cambia la cultura, la sociedad y la economía, desarrollando nuevos conceptos con un sentido más profundo, que el presentado actualmente en muchas de las líneas desarrolladas en el mercado. Eso nos llevara al desarrollo de un diseño nacional con sentido y valores propios, que servirán de referencia para crear nuevos caminos en el mercado no solo nacional sino internacional.

Por ultimo quisiera concluir que el diseño ha tenido participación dentro de muchas áreas, tal ejemplo es el creciente número de profesionales del diseño dedicados al diseño de joyería. El diseño puede ser un factor para la renovación radical de la industria, no será nada fácil pero las posibilidades de éxito y de lograr un cambio son altas, en especial con la cantidad de tratados comerciales con que cuenta México ante muchos países<sup>37</sup>, para ello debemos estar bien preparados, y un área importante es el conocimiento de la técnica para la producción coherente de las propuestas o proyectos planteados. Aunado a una argumentación adecuada y no perdiendo de vista normas y consideraciones ergonómicas, es bastante posible lograr el acometido de mejorar la presencia del diseño en la Industria Joyera.

---

<sup>36</sup> En el año de 1997 México fue el noveno productor mas importante a nivel mundial de oro y el tercero en plata, según datos tomados de *La minería en México*, 1998, INEGI

<sup>37</sup> Entre los mas importantes esta el de TLC con Canadá y EUA, y el de la Unión Europea



### 3. La enseñanza de la joyería en la carrera de diseño industrial

#### Introducción

La presente tesis tiene como fin el resaltar la importancia del conocimiento de las técnicas de producción, para el desarrollo de las actividades del diseño industrial dentro de la industria joyera. Esto permitirá obtener soluciones factibles, donde el diseño no se vea modificado, a la vez de que el proyecto tiene implícito la creatividad del diseñador que proyecta. Dando como resultado una propuesta que ayude a incentivar el mercado de la joyería.

Para esto el diseñador debe saber no sólo sobre métodos de diseño, sino sobre procesos de manufactura y de materiales para aterrizar adecuadamente la joyería. Cabe resaltar que el tipo de joyería estudiado es el Oro, sin embargo con algunas pequeñas modificaciones es posible diseñar joyería de plata o viceversa.

Todo esto implica, además, la concientización sobre una buena educación que abarque las técnicas de producción mas empleadas y aquellas que permitan una proyección del diseñador y de la industria joyera en nuestro país.

Por otro lado la educación debe tener como principal punto de referencia las necesidades de la sociedad, las empresas y el campo laboral. Debe enfocar sus actividades a la satisfacción de las necesidades de ésta. Por lo tanto debe modificarse y evolucionar de acuerdo a los cambios que la sociedad presente.

Por lo anterior el diseñador que se dedique al desarrollo de propuestas para la industria de joyera, deberá contar con los suficientes conocimientos para hacer frente a los problemas que se le presenten, obtenidos de su educación universitaria. Dichos conocimientos responderán a la situación de la industria y sus necesidades, aprovechando sus ventajas y disminuyendo al máximo sus desventajas. Para ello es importante recibir los conocimientos acerca de los proceso productivos, como una parte importante para el desarrollo de propuestas o proyectos.

De esta manera se analizarán los diferentes contenidos temáticos que se abordan en dos Universidades de la Ciudad de México, lugares donde se imparte una materia denominada Diseño de Joyería, y Joyería y Orfebrería. Y se compararan contra los procesos empleados en la producción masiva en México y las tendencias en producción a nivel internacional, con el fin de saber la pertinencia de dichos contenidos y la proposición, en su caso, de un nuevo contenido que cumpla con esas variables.

#### Objetivo del trabajo

Obtener un contenido temático adecuado a las necesidades de la industria joyera, para la materia de joyería impartida en las carreras de diseño, a partir de la tesis desarrollada dentro del postgrado y su comparación con los temarios existentes, de dicha materia, en las universidades

#### Sujetos de estudio

Las universidades donde se imparte la carrera de Diseño Industrial y entre las que se busco una materia que abordase la joyería son:

- Universidad Nacional Autónoma de México, CU
- Universidad Anáhuac, Interlomas
- Universidad del Nuevo Mundo, San Mateo y Herradura



- Universidad del Valle de México, Lomas Verdes
- Universidad Iberoamericana
- Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey, CM y Edo. De México
- UAM, Azcapotzalco

Obteniendo que sólo las dos primeras (UNAM y Anáhuac), cuentan con una materia del tipo. Es por ello que nuestro universo de análisis esta limitado a esas dos propuestas.

Cabe mencionar que en la Universidad del Nuevo Mundo han considerado implantarlo como una especialización dentro de la carrera, pero aun no aterrizan la propuesta por diferentes motivos.

En la UNAM la llaman:

- Diseño de joyería

Mientras que en la Universidad Anáhuac las materias relacionadas con el tema se llaman:

- Joyería y Orfebrería Básica
- Joyería y Orfebrería Intermedia
- Joyería y Orfebrería Avanzada

Por otro lado el objeto de estudios será la Industria Joyera Nacional y las tendencias de producción masiva internacionales, con el fin de cruzar datos y obtener un contenido temático acorde al mercado laboral nacional e internacional.

#### Panoramas de las materias impartidas y sus contenidos

Haremos una revisión general de las materias y con el fin de hacer manejable la información de las materias que se importen, se emplearan los anexos donde se detalla a fondo las características de las materias, obtenidas directamente de los planes de estudios vigentes.

Primero que nada debemos hacer notar que ambas escuelas están implementando un nuevo plan de estudios. En el caso de la UNAM, este semestre en curso dio inicio a la impartición del nuevo plan, mientras que en la Universidad Anáhuac comenzará a funcionar el próximo mes de Agosto. Esto es importante por que supone una revisión y ajuste de todas y cada una de las materias en función de una demanda laboral o es resultado de la evaluación curricular a la que se ve sometida. Lo que por un lado puede indicar que sus contenidos hayan sido estudiados y mi propuesta pudiera no ser valida.

#### *Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)*

La información referente a la Materia de "Diseño de Joyería", impartida en la UNAM y su contenido se encuentra en el Anexo A. Sin embargo el temario publicado en este plan no es muy claro, esta enfocado a temas de diseño principalmente y las técnicas de producción están referidas en un sólo enunciado, cosa que no considero correcta para la importancia de la materia. Por ello se concreto una entrevista con el profesor que imparte la materia, el cual me proporciono el siguiente temario de la materia:

#### *Contenido de la materia*

El programa abarca dos áreas, la práctica y la teoría



### *Taller-práctico-*

Conocimiento y trabajo de las técnicas básicas en plata:

- Aleaciones
- Laminas
- Hilos
- Calado
- Soldadura
- Terminados

### *Diseño –teórico-*

- Determinación de tendencia
- Selección de tendencia a trabajar
- Desarrollo de una unidad modular para hacer en el proceso de cera perdida

Cabe mencionar que el contenido presentado no es exacto, ya que el profesor no tenía en ese momento el índice de contenido y a grandes rasgos me proporcionó la información arriba expuesta.

En una siguiente entrevista donde me proporcionaría a detalle el contenido de la materia, me entregó el contenido de los cursos anteriores, es decir los temas que se abordaban en el plan de estudios anterior. Estos temas estaban divididos en dos semestres, por lo que me aclaró que esto se vería simplemente de una manera más rápida y en un curso de un semestre. Los temas están clasificados por actividades, y aunque en el material se describe la actividad y la técnica empleada, así como la bibliografía, me parece que sólo requerimos de las actividades que son los temas a abordar, siendo el siguiente:

### *Joyería 1 (Metales Fundidos I)*

- Introducción
- Elaboración de la materia prima
- Procedimientos de para la fundición
- Formación
- Dibujo
- Realización
- Uniones
- Terminados
- Formado en Arena
- Realización
- Terminados
- Evaluación

### *Joyería 2 (Metales Fundidos II)*

- Introducción
- Elaboración de la materia prima
- Procedimientos para la fundición
- Elaboración de un modelo en cera y de copias por inyección
- Elaboración de los cubiletes
- Fundición
- Producción
- Terminados



- Quintado
- Evaluación

### *Universidad Anáhuac*

Hay una serie de acontecimientos curiosos suscitados alrededor del nuevo plan de estudios de la Universidad Anáhuac. Por una parte el plan se comienza a implementar en el mes de Agosto; por el otro sólo algunas personas tienen acceso a dicho plan (altos mandos); no tienen el equipo ni las instalaciones; no hay aun un profesor asignado para impartir el curso; por cuestiones de "confidencialidad" no pude obtener una copia de contenido de las materias (me dictaron el contenido sin permitirme verlo), me comentaron que aun no se sabe si la SEP había autorizado el plan de estudios o si se dictaminaría algún cambio en la estructura; y por último se tiene la intención de ofrecerlo como una especialización dentro de la licenciatura y a la vez como un diplomado para personas externas a la universidad. Cosa que no se si sea válida por falta de infraestructura o si cumpla todos los requisitos para convertirse en un diplomado, según ellos desean combinar grupos con gente exterior y con los alumnos de la escuela, que lo tomarían en calidad de materia electiva.

Bueno pero para efectos de este trabajo únicamente me limitare a la información proporcionada del contenido de las materias. Los cuales se presentan a continuación:

#### *Joyería y Orfebrería Básica*

1. Material
  - a. Fundición de la plata para aleaciones
  - b. Aleaciones para soldadura
  - c. Plata Sterling
2. Procesos
  - a. Preparación de arena para fundición
  - b. Lingoteado en Arena
  - c. Lingoteado en Rielera y Chaponera
  - d. Laminado
  - e. Trefilado o Hilado
3. Herramientas
  - a. Trazado
  - b. Corte y calado
  - c. Desbastado
4. Acabados
  - a. Pulido
  - b. Abrillantado
  - c. Cardado
  - d. Arenado

#### *Joyería y Orfebrería Intermedia*

1. Material
  - a. Fundición en Oro Aleaciones -colores-
  - b. Aleaciones usadas en soldadura
  - c. Características del material y su Kilataje
2. Transformación
  - a. Lingoteado
  - b. Trefilado y laminado
  - c. Fractura de moldes



- d. Inyección Centrifuga
- 3. Procesos
  - a. Vulcanizado de matrices
  - b. Reproducción de Ceras
  - c. Desarrollo de árboles de piezas
  - d. Vaciado de molde en material cerámico
  - e. Quemado de molde para pérdida de la cera

### *Joyería y Orfebrería Avanzado*

- 1. Material
  - a. Reconocimiento de las piedras preciosas y semipreciosas
  - b. Los distintos cortes en las piedras y obtención de mejores resultados
  - c. Sistema de montaje de piedras
  - d. Preparación de lacres para grabado y repujado
- 2. Herramientas
  - a. Tallado de las piedras por distintas máquinas
  - b. Buriles para grabado
  - c. Embutidores y material de repujado
- 3. Procesos
  - a. Tallado
  - b. Grabado y repujado
  - c. Montaje de piedras
  - d. Acabados

### Similitudes y características generales de las materias

Ambas materias se encuentran en el bloque de materias selectivas u optativas, es decir, que pueden ser elegidas por el estudiante según sus intereses. Esto por un lado supone que quien toma la materia realmente siente un interés por la joyería, mientras que por el otro quizá no se le preste la atención debida, considerando que es una industria que requiere conocimientos técnicos profundos para el planteamiento de propuestas factibles.

En la UNAM la materia se aborda en un semestre y tiene 4 créditos, mientras que en la Anáhuac se cuenta con tres niveles o semestres y un mayor número de créditos (6), sumando un total de 24 al finalizar la seriación. Esto nos indica que la materia aun que esta en el bloque de las selectivas en la Anáhuac, se le da una mayor importancia que en la UNAM, donde sólo se obtiene 4 créditos y el semestre puede ser muy corto para abordar a profundidad los diferentes temas. Por ser de tres semestres es factible que se considere como una especialidad dentro de la misma carrera y es muy probable que se pueda manejar como diplomado. Más adelante se realizará un análisis detallado del contenido de las materias en ambas universidades.

### Panorama de la industria joyera en México

Este panorama tiene como referencia únicamente el trabajo del oro, por lo que deberá ser reforzado con datos sobre el trabajo de plata, para poder obtener un mejor panorama de la situación de la joyería en metales preciosos empleados México.



Según la *Gold Fields Mineral Service*<sup>38</sup>, México tiene una demanda anual de 41.7 toneladas de producción joyera<sup>39</sup> o producto terminado (únicamente en joyería de oro). Mientras que datos registrados por el INEGI muestran que la industria nacional produjo solamente 5.1 toneladas de joyería<sup>40</sup> en oro terminada, haciendo cálculos optimistas nuestra producción total podría ascender a 7.3 en el año 2003<sup>41</sup>. Esto nos muestra que la producción nacional de producción joyera en oro no sea suficiente para cubrir la demanda interna, este déficit por lo tanto es compensado con las importaciones realizadas de Italia principalmente.

Por otro lado la industria joyera es muy cerrada, complicando el acceso a gente que no esta dentro del medio o que conoce a alguien dentro de este y los conocimientos técnicos son celosamente guardados. Esto nos lleva a tener una industria poco desarrollada y con pocos diseñadores trabajando en el medio.

Otros problemas graves son la falta de escuela de los artesanos u obreros, al no tener estructuras gremiales la sucesión de conocimientos no se lleva a cabo, abundando los pseudoartesanos quienes a falta de conocimiento y ética, desmerecen el arte y provocan desconfianza en el mercado.

Es por ello que la tesis resalta la importancia de generar diseñadores con un conocimiento técnico sólido, que permitan emplear la maquinaria con que cuentan las empresas en México y que motiven al mercado con nuevas propuestas. Un profesional preparado para resolver los problemas de la industria.

#### Procesos empleados en México

La falta de datos que permitan conocer la realidad de la industria joyera en México, así como el hermetismo llevado a cabo por los empresarios joyeros, no han permitido conocer la realidad de la industria Joyera Nacional. Es por ello que se recurrió a fuentes de información diversas, que nos ayudaran a visualizar los procesos más empleados a nivel masivo para la producción de joyería en México, sea oro o plata.

De esta manera cruzamos datos del Consejo Mundial del Oro (WGC), maquinaria ofertada en la Expo Joya de Guadalajara en octubre del año 2003, las ofertas educativas ( a diferentes niveles) y la visión de la Cámara Nacional de Joyería y Platería. Ver los Resultados del Capítulo III B, donde se presentan los procesos masivos más empleados en México.

Por lo tanto los tres procesos de producción masiva en México son:

- Elaboración a mano
- Cera perdida
- Troquelado

#### Tendencias Internacionales en producción de Joyería

Para ubicar las tendencias mundiales en producción masiva de joyería, recurrimos a lo dicho en la materia por el Consejo Mundial del Oro (WGC). Debido a que este es la mayor organización internacional para promover su

<sup>38</sup> La GFMS es la consultora de metales preciosos más importante del mundo, especializándose en la investigación y los mercados globales de oro, plata, platino y paladio

<sup>39</sup> Datos que presentó la GFMS, en febrero del 2004 referente al mercado mundial del oro. Y se refiere a la demanda o consumo que presenta cada país en el sector joyero, durante el año 2003

<sup>40</sup> Datos del INEGI, acerca del Sector Manufacturero, Indicadores de la Encuesta Industrial Mensual por División y Clase de Actividad Económica, Cifras Absolutas, 205 Clases de Actividad Económica, Volumen y Valor de Producción por Clase de Actividad y Producto, IX Otras Industrias Manufactureras, 390001 Fabricación de Joyas y Orfebrería de Oro y Plata, Joyas de Oro

<sup>41</sup> Cabe mencionar que el INEGI solo registra la parte más representativa del universo por lo que se piensa que eso representa entre un 70 ó 80% de la producción real, por lo que debe aumentarse una proporción a las cifras obtenidas.



comercialización y su uso. Sin embargo no hay que perder de vista que los siguientes procesos, son aquellos que han sido automatizados en la línea productiva, lo que puede cambiar su acercamiento ligeramente. Este acercamiento o conocimiento del proceso será mas bien teórico que practico, resaltando cómo es el proceso y qué hace. Los procesos son lo siguientes:

- Cera perdida
- Estampado (Troquelado)
- Rolado (tubos)
- Electroformado
- Fabricación de cadena
- Soldadura
- Acabados
- Nuevas Tecnologías

El último punto es el que quizá represente buenas expectativas para el diseñador, ya que las nuevas tecnologías pueden permitir grandes producciones y su flexibilidad con poco personal, pero mucho equipo tecnológico, como en el caso del uso de plataformas CAD-CAM y maquinas CNC o las llamadas *Rapid Prototyping*

#### Temario obtenido a partir de procesos masivos de producción empleados

Si tomamos únicamente en cuenta, los resultados obtenidos de los procesos productivos tanto nacionales e internacionales, el contenido temático general tendría que ser más o menos como el siguiente:

##### Procesos masivos empleados en México

- Elaboración a mano
- Cera perdida
- Troquelado

##### Procesos masivos empleados internacionalmente

- Cera perdida
- Estampado (Troquelado)
- Rolado (tubos)
- Electroformado
- Fabricación de cadena
- El soldar
- Acabados
- Nuevas Tecnologías

Al final del presente trabajo, se plantea una estructura temática (general) probable que cumpla ambos sentidos: una iniciación y el conocimiento más profundo de algunas técnicas que se pueden aplicar según el fin que se busque (si es masivo, un poco más artístico o quizá de nuevas tecnología)

#### Análisis de las materias

Para tener un panorama sencillo de los temas que se tocan en las materias impartidas de ambas universidades, emplearemos temas generales de los procesos empleados. Por ejemplo Cera perdida es el nombre de un proceso, y en el se aborda el modelado de cera, elaboración de árboles para fundición, hules de caucho para



repetición de modelos, etcétera; los cuales son actividades o pasos dentro del proceso. Por lo que nos interesa que se estudie y toque el proceso, dejando los pasos y partes a un lado para facilitar su análisis.

De esta manera únicamente hablaremos de los procesos de manufactura. Para ello tomare como referencia el conocimiento que poseo acerca del tema, resultado de mi investigación de tesis (y la consulta de bibliografía especializada) y de mi experiencia laboral. Y parte de la misma estructura y énfasis de los temarios obtenidos. Otra referencia son los procesos que se obtuvieron del análisis de proceso masivos empleados en México y en el Mundo.

Los procesos que encontré dentro de los temarios en las materias impartidas tenemos:

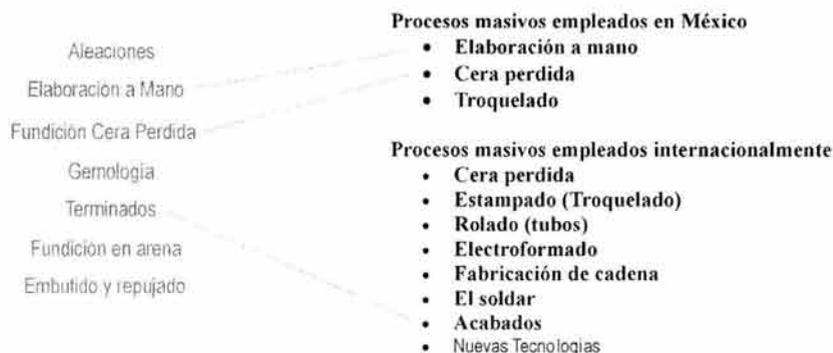
- a. Aleaciones
- b. Elaboración a Mano
- c. Fundición Cera Perdida
- d. Gemología
- e. Terminados
- f. Fundición en Arena
- g. Embutido y repujado

En el esquema de la siguiente página se muestra como cada parte de los temas abordados se relaciona con cada uno de los procesos arriba mencionados, con el fin encontrar relaciones entre estos procesos y los procesos masivos obtenidos.

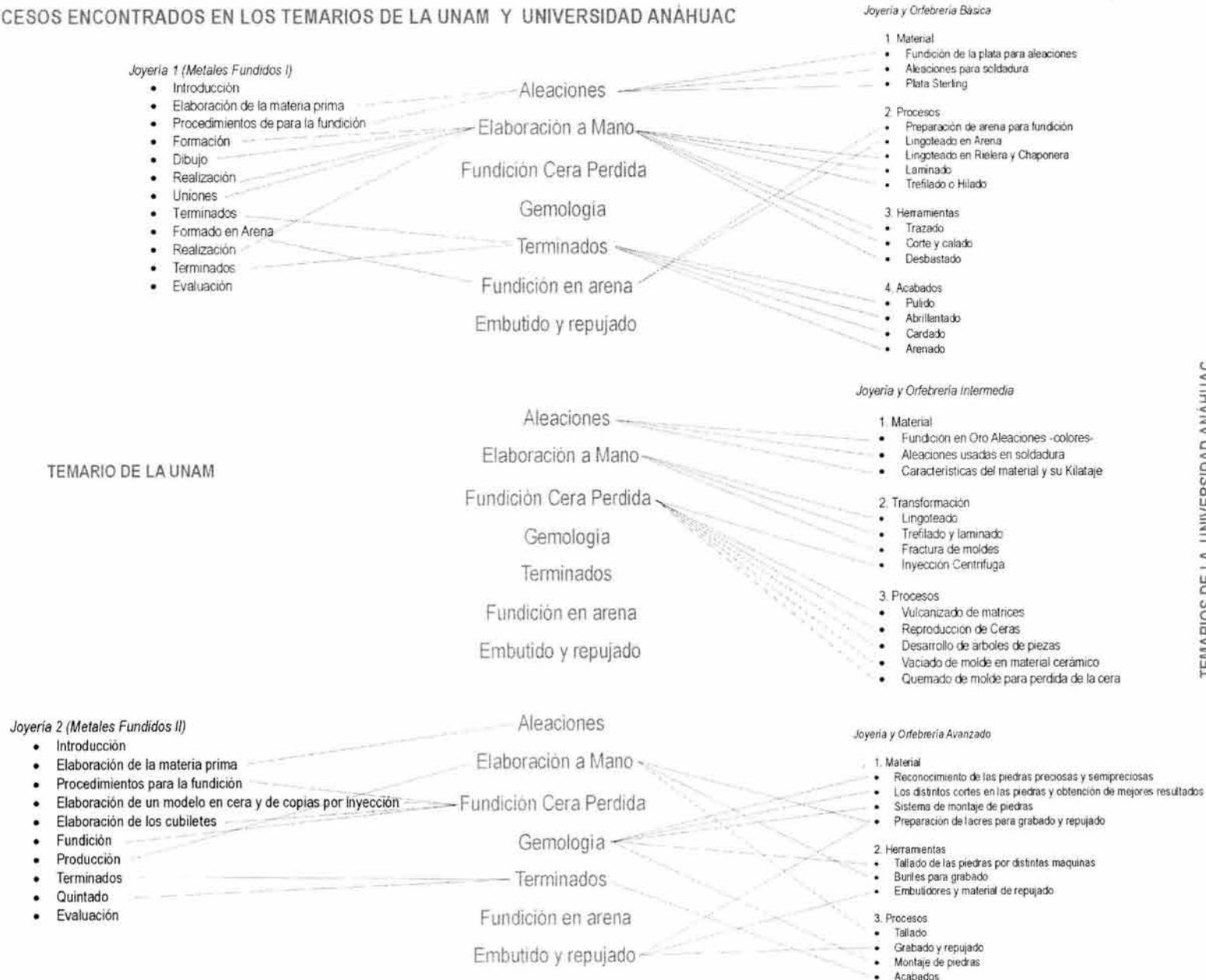
Podemos observar que el temario de la UNAM es bastante abarcativo, sin embargo no toca Gemología, ni Embutido y repujado como la Anáhuac. De la misma manera vemos que el temario de la Anáhuac es más extenso que en la UNAM y probablemente ello ayude a profundizar más en cada proceso. No olvidemos que esto esta enfocado a procesos, ya que la UNAM cuenta con un enfoque directo al desarrollo de una línea, la cual es realizada casi de manera paralela a las prácticas de taller. Permitiendo no sólo hacer una pieza con el proceso, sino comenzar a desarrollar soluciones para una línea de joyas propuesta por el diseñador, lo cual aparentemente no sucede en la Anáhuac.

En este esquema confrontamos los procesos abordados en las universidades contra los procesos masivos empleados en México y el Mundo, obteniéndose las relaciones de uno con otro. De esto podemos deducir que en las universidades se enseña de lo más básico, pero que no corresponde del todo con esos procesos masivos empleados en la industria joyera, tanto nacional como internacional

Procesos abordados en las universidades y procesos masivos empleados en la producción de joyería



## PROCESOS ENCONTRADOS EN LOS TEMARIOS DE LA UNAM Y UNIVERSIDAD ANÁHUAC





Lo anterior es grave ya que tenemos una oferta educativa que técnicamente no responde a necesidades de la industria, esto pone de manifiesto que las universidades pueden alejarse fácilmente de ese contacto con la sociedad y la satisfacción de sus necesidades. No olvidemos que la educación debe estar en referencia a esta.

En una profesión como el Diseño Industrial uno de los fundamentos es justamente el producir masivamente, por lo que las universidades deben enfocar sus esfuerzos a la enseñanza de estos para cumplir con esto. Hay que hacer notar que únicamente estamos contando los procesos masivos, por lo que no quiere decir que no se encuentren empresas en México que empleen los procesos enseñados en las universidades, pero su empleo no es de los más extendidos o demandados en la industria.

### Propuesta de procesos que se deberían enseñar

Como vemos en general México se encuentra tecnológicamente atrasado con respecto a países desarrollados, la mayor parte de los productores importantes a nivel mundial emplean maquinaria automatizada en sus líneas de producción. El campo de la joyería no es la excepción, Italia es uno de los mayores productores tanto de joyería como de máquinas automatizadas, las cuales ya se ofertan en México. Esto quiere decir que las nuevas tecnologías están presentes en nuestro país y que nuestros competidores internacionales (que también lo son en el mercado interno), la poseen y que algunos empresarios mexicanos con suficiente dinero pueden tener maquinaria de este tipo.

Todo esto nos lleva a la necesidad de conocer las nuevas tecnologías aplicadas a la joyería, la cual repercuten directamente en la producción masiva de joyería.

Por otro lado es imperante que todo diseñador tenga un conocimiento sólido sobre los conocimientos básicos de la joyería, para poder profundizar en los diversos procesos y saber que se emplea en México. Ya que aun se realizan joyas de la manera mas rudimentaria que podemos imaginar, así es que los diseñadores debemos conocer lo más básico, no sólo por la industria sino para poder proyectar con coherencia.

Y por último considero que hay procesos, quizá muy artesanales, que pueden ser un punto de partida para desarrollar propuestas o proyectos más artísticos. Los cuales pueden representar una ventaja competitiva para desarrollarse dentro del mercado nacional o internacional.

De esta manera podemos formar un temario general de procesos:

- Procesos Básicos
  - a. Aleaciones
  - b. Elaboración a Mano
  - c. Gemología
  - d. Terminados
- Procesos Masivos
  - a. Cera Perdida
  - b. Troquelado
  - c. Automatización de procesos
  - d. Nuevas Tecnologías
- Procesos artesanales
  - a. Grabado al Agua Fuerte
  - b. Esmaltes
  - c. Repujado y embutido



El desarrollo o pasos de cada tema pueden variar, pero lo importante es conocerlos independientemente de su estructura o contenido de cada proceso. Esto nos llevaría a un estudio más profundo sobre infraestructura, perfil de la universidad, objetivos de la carrera, etc., lo cual supera las determinantes de tiempo con que se cuenta en este momento.

Por las características o variables tomadas en cuenta (Básico, Masivo y Artesanal) muchos procesos productivos existentes no se enmarcan en el temario general presentado. Por lo que se puede aprender en cursos complementarios, mencionarse o abordarse de una manera rápida en el transcurso de la impartición de materias. Sin embargo considero que este temario puede ser la plataforma para comenzar un desarrollo profesional adecuado, y que la práctica y la experiencia laboral nos harán conocer poco a poco el resto del conocimiento. Aunado al temario de procesos, sería bastante enriquecedor el incorporar un taller de diseño paralelo, donde se desarrollen varias líneas de joyería dando importancia al diseño, propiciando la producción de las mismas con los conocimientos adquiridos en procesos. De tal manera que la conexión entre procesos y diseño de propuestas sea más completa y educativa, reforzando lo aprendido.

### Conclusiones

Aun que el presente trabajo no es un estudio profundo sobre las materias que se imparten en las Universidades de la Ciudad de México, y el mercado de la Industria Joyera, podemos obtener algunas conclusiones como:

- a. La correspondencia entre las clases impartidas y las necesidades de la industria no es la adecuada
- b. Hay una desorganización administrativa y académica fuerte en ambas escuelas, lo cual se traduce en una enseñanza incierta o incompleta
- c. El diseño debe conocer la realidad tecnológica nacional y la realidad tecnológica internacional, para desempeñar un mejor papel
- d. La importancia de la joyería y su mercado debe enfatizarse más dentro de las escuelas de diseño
- e. El conocimiento de la técnica nos permitirá desarrollar mejores propuestas
- f. La evaluación curricular de los temarios y planes de estudio deben realizarse continuamente
- g. Deben actualizarse constantemente los conocimientos del área para cambiar de acuerdo a los adelantos tecnológicos

El estudio de la joyería puede dar para una especialidad posterior a la licenciatura, y la universidad que lo logre tendrá mucha influencia en el mercado. Ésta se pondrá a la vanguardia en la enseñanza del diseño, que responde a las necesidades de la sociedad y la ampliación de los mercados profesionales.

A mi parecer se requiere una nueva revisión del contenido temático de las materias referidas, aun a pesar de ser reestructuradas y evaluadas.



## V. PROCESOS MASIVOS DE MANUFACTURA DE JOYERÍA MÁS EMPLEADOS EN MÉXICO

Como resultado de la investigación realizada en el capítulo III, se obtuvieron una serie de procesos productivos que son los más empleados en México para la producción de joyería en oro y plata. Dichos procesos serán abordados en este capítulo con el fin de que el diseñador industrial cuente con un referente técnico, en un primer momento como una rápida introducción a los procesos más empleados en la manufactura de joyería, y en un segundo como un instrumento que le puede ayudar a plantear propuestas más factibles y acorde a los procesos productivos, que a fin de cuentas son el medio para llevar a la realidad todos aquellos conceptos que el diseñador idea o imagine.

En este capítulo se abordarán los siguientes procesos como los más relevantes en la producción de joyería en oro y plata:

- Elaboración a mano
- Cera perdida
- Troquelado

### 1. Elaboración a mano

#### Aleaciones

Una aleación es el resultado de la incorporación o disolución de un metal como mínimo en otra sustancia. El metal predominante da el nombre a la aleación y el resultante siempre tendrá propiedades metálicas.

Como ya se dijo los metales nobles no son lo suficientemente duros en estado puro, es por esto que se debe alea con otros metales, de esta manera se contribuye a aumentar las cualidades del metal. Otra modificación que se busca muchas veces es el cambio de color, resultado también de la aleación de diferentes componentes. Así mismo el punto de fusión resultante en la aleación siempre varía dependiendo de los componentes y su cantidad dentro de la mezcla.

Cuando se prepara una aleación, debe tenerse en cuenta los siguientes factores:

- la oxidación, para evitarlo se emplean fundentes o polvo de carbón vegetal.
- la volatilización, para ello debe fundirse primero el metal de mayor punto de fusión y agregarse rápidamente los de baja, utilizando fundentes durante el proceso. Cuando se trate de un metal demasiado volátil, se agregará una cantidad un poco mayor para compensar la pérdida.
- la combinación química con el fundente, debe emplearse el fundente adecuado para la aleación deseada
- la rotura del crisol, utilizar crisoles para cada metal y una vez fundidos mezclarlos.

Si no se llevan a cabo una mezcla adecuada durante la fusión y se solidifica de manera adecuada, se presenta un fenómeno llamado segregación o *licuación*.

Segregación o licuación, es cuando una aleación no tiene una distribución uniforme de sus elementos. El fenómeno puede presentarse aunque se haya mezclado cuidadosamente, antes de verter la aleación. Y esto se debe a que la solidificación no es rápida, permitiendo que se concentre mayores cantidades de algún elemento en el centro de la aleación, que tarda un poco más en solidificar. Este fenómeno es más común en las aleaciones



que tienen un amplio intervalo térmico de solidificación. El fenómeno se favorece con una temperatura alta de colada. Pero se evita al mezclarse o enfriarse rápido. Como consecuencia del fenómeno, el título de una aleación varía de una parte a otra, y la elaboración mecánica se puede atenuar la variación del título.



Materiales empleados en la fundición de los metales  
-Imagen tomada de Codina (1999)-

#### *Descripción del proceso*

El proceso para alear consiste en los siguientes pasos:

- Se coloca dentro del Crisol el metal con el punto de fusión más alto.
- Posteriormente se adiciona bórax a los metales para evitar la oxidación de algunos elementos componentes de la aleación.
- Se comienza a aplicar calor por medio de un soplete, con movimientos circulares con el fin de calentar el metal homogéneamente, y lograr una mezcla uniforme con los componentes que se adicionen.
- Una vez que el metal comienza a volverse líquido, se va adicionando aquellos metales con un punto de fusión más bajo, para evitar su evaporación
- Se mezcla perfectamente con un bastón, una varita de madera verde, u otro material que no se mezcle con la aleación a obtener y evitar resultados no deseados.
- Una vez que se tiene la mezcla hecha se vacía el líquido en pequeñas lingoteras con diferentes formas, dependiendo las diferentes operaciones que se planean para la obtención de las joyas, y se deja enfriar al aire.
- Posteriormente se almacena o se emplea para el siguiente proceso de manufactura



Vaciado de la aleación en una Chaponera  
-Imagen tomada de Codina (1999)-



Vaciado de la aleación en una lingotera  
-Imagen tomada de Codina (1999)-

### *Los elementos y su papel en las aleaciones de oro*

**Antimonio.** Afecta mucho la maleabilidad de oro, debemos evitar que se mezclen.

**Estaño.** A las aleaciones de estaño les da mayor dureza, pero también les comunica gran fragilidad. El oro y el estaño forman una aleación maleable, siempre que este último sea puro y no exceda del diez por ciento. Esta aleación sólo se emplea en odontología. Se emplea para hacer soldaduras blandas

**Zinc.** El zinc se incorpora al oro como componente del latón, para bajar grandemente el punto de fusión, lo que se aprovecha para la preparación de soldaduras, y disminuye también la ductilidad. El zinc se une fácilmente con el oro, pero perjudica su maleabilidad, brillo y color. También el zinc aumenta el color pero la dureza obtenida es menor y la tonalidad se decanta hacia el verdoso.

**Cadmio.** reduce notablemente los puntos de fusión de las aleaciones, con la ventaja de que no son tan quebradizas y agrias. Es empleado en soldaduras para hacerlas más fluidas.

**Níquel.** En pequeñas cantidades reaviva el color y hace aumentar la dureza.

**Plomo.** Destruye la maleabilidad de los metales nobles volviéndolo extremadamente frágil, por ello debe eliminarse cualquier rastro de la aleación.

**Cobre.** En la pureza más alta (cobre electrolítico, 99.9% de pureza) transmite dureza al oro, aumentando aún más con el envejecimiento. También se alea rápidamente con la plata. El cobre modifica el color del oro enrojeciéndolo a medida que la proporción de cobre aumenta. Es empleado para elaborar soldaduras fuertes. Por el endurecimiento que sufre este elemento con los trabajos mecánicos, es que se debe recocer constantemente las aleaciones de oro que lo contienen. Si se aumenta el contenido de cobre en una aleación aumenta también la elasticidad.

**Aluminio.** La aleación de aluminio y oro no tienen utilidad. Una proporción de 1 % en el oro destruye su ductilidad; el 5 % da una aleación frágil como el vidrio y el 10% produce una aleación extremadamente frágil.



*Iridio.* El iridio y el oro forman una aleación maleable y dúctil, pero no es empleada en joyería.

*Paladio.* El paladio comunica fragilidad al oro. Una proporción de 3 a 5 % de paladio aclara el color del oro, y cuando es de 15 a 20 % le da aspecto parecido al del platino. La aleación resultante tiene un punto de fusión superior al paladio (1,500° C).

*Platino.* El oro y el platino se alean bien, pero esta aleación sólo se emplea para las soldaduras de tres partes de oro y una de platino. El platino da dureza y elasticidad al oro, y eleva también su punto de fusión.

*Plata.* liga perfectamente con el oro y hace bajar el punto de fusión de la aleación. El oro y la plata se alean en todas proporciones. Las aleaciones con la plata son las más duras, sonoras y elásticas de todas aquellas en las que interviene un único metal. Para modificar el color del oro hay que añadir, como mínimo, unas 50 milésimas de plata.

*Hierro.* Algunos autores afirman que al adicionar hierro al oro en una proporción de 250 por 750 respectivamente se obtiene una aleación con un color azul, en otras cantidades menores de hierro se obtienen grises.

#### *Normatividad sobre el título de las aleaciones de oro y plata*

Existen normativas aplicables al contenido del oro y su quintado (marca en la pieza que indica el contenido de metal precioso y tipo de metal). Por lo que se recomienda agregar siempre un poco más de metal precioso, para no infringir la ley.

En México es común el empleo de tres marcas o quintos, sobre los metales preciosos. Una permite identificar al fabricante o productor a través de un número de registro de contraste asignado por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (SECOFI) a través de la Dirección general de Normas (DGN), el segundo es la marca de origen que para México son las siglas MEX y la última nos da el título en kilates o en milésimas<sup>42</sup>.

Para presentar la solicitud de contraste ante SECOFI, las empresas joyeras en México suelen solicitar los servicios de la Cámara Nacional de Platería y Joyería la cual gestiona la obtención de la marca ante la dependencia pública.

Por otro lado la Norma Oficial Mexicana NOM-O33-SCF1-1994 sobre "INFORMACION COMERCIAL ALHAJAS O ARTICULOS DE ORO, PLATA, PLATINO O PALADIO" dice que todos los productores o fabricantes de artículos de oro y plata, tienen la obligación de quintar o gravar en la pieza su Número de Registro de Contraste, Logotipo o Signo Propio, haciendo necesario su obtención o revalidación según el caso. También detalla los contenidos mínimos de oro y plata en las joyas los métodos de prueba para garantizar la calidad de las mismas.

Toda persona que desee comprar con la seguridad de comparar lo que dicen venderle, deberá evitar aquellos artículos marcados de forma confusa, que no permitan la lectura de las tres marcas o bien aquellos que no se encuentran marcados. Estos puntos se aplican únicamente a los artículos de fabricación moderna.

La siguiente tabla presenta las diferentes equivalencias, el contenido de oro y de metal que contendrán las diferentes presentaciones empleadas en el país.

<sup>42</sup> Directorio 2000-2001, Cámara Nacional de Joyería y Platería, pág. 19. Para el caso de Plata el símbolo es Ag el contenido se especifica en milésimas; y en el caso de la ley 925 simplemente la cantidad o la leyenda "Sterling". Para el oro es el símbolo "k" cuando se exprese en kilates o solamente la expresión en milésimas.



	Milésimas	Contenido de Oro %	Kilataje	Adición de metales para alear %
Oro puro	1000	100	24	0
	916	91.66	22	8.34
	750	75	18	25
Aleaciones	585	58.5	14	41.5
	500	50	12	50
	416.7	41.67	10	58.33
	375	37.5	9	62.5

Fuentes: Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts (Worcester), 1991, Davis Publicaciones, p. 4-5  
 Casobo, Juan, *Manual del Joyero*, Buenos Aires, 3ra. Edición, 1999, Albatros, p. 61-67  
 Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, p.12-19  
 Montañes Luis, *Joyas, Diccionarios Antiquaria*, Madrid, 1987, Antiquaria, p. 10-11

Para el caso de la plata el título mínimo permitido por la NOM-O33-SCF1-1994, es de 925 milésimas. Esta aleación es llamada también Sterling o Plata estándar. Las 75 milésimas se completan con cobre puro y proveen de dureza y durabilidad a la aleación. Esta aleación es la más empleada en la joyería de plata en todo el país y es considerada calidad de exportación

### Aleaciones de oro

Variando los metales con que se alea el oro, podemos obtener diferentes colores y tonalidades. Algunas de ellas no pueden emplearse en la joyería, ya que sus propiedades mecánicas no son adecuadas.

La tabla de aleaciones de la siguiente página, fue realizada tomando varias fuentes en cuenta con el fin de obtener múltiples aleaciones de oro en 18 y 14 kilates, aleaciones que son las más comercializadas y apreciadas en el mercado mexicano y que contienen un contenido alto de oro conservando con ello la propiedad de inoxidable

Kilataje	Color	Oro	Plata	Cobre	Zinc	Otro	Punto de fusión		Peso específico
							°C	°F	
18	Gris	800	-	-	-	200 Hierro	-	-	-
18	Amarillo (Claro)	750	150	100	-	-	882	1620	15.5
18	Amarillo	750	125	125	-	-	904	1660	15.5
18	Verde	750	250	-	-	-	966	1770	15.6
18	Blanco	750	-	22	55	173 Níquel	-	-	-
18	Blanco	750	-	-	-	250 Paladio	904	1660	15.7
18	Blanco	750	-	10 a 35	50 a 60	165 a 180 Níquel	-	-	-
18	Blanco Medio	750	170	80	-	-	-	-	-
18	Blanco	750	105	35	1	100 Paladio 9 Níquel	-	-	-
18	Blanco	750	100 a 250	-	80 a 20	4 a 10 Níquel	-	-	-
18	Blanco	750	190	60	-	-	-	-	-
18	Azul	750	-	-	-	250 Hierro	-	-	-
18	Rosa varios	750	50 a 65	185 a 200	-	-	-	-	-
18	Rosa	750	90	160	-	-	-	-	-
18	Rosa	750	200	50	-	-	-	-	-
18	Rojo Claro	750	75	175	-	-	-	-	-
18	Rojo (Máximo)	750	-	250	-	-	-	-	-
14	Verde Agua	60	40	-	-	-	-	-	-
14	Amarillo	583	250	167	-	-	802	1476	13.4
14	Verde	583	350	67	-	-	835	1535	13.6
14	Rosa	584	49	316	-	51 Níquel	949	-	13.08
14	Rosa	584	33	310	32	34 Níquel	938	-	12.37
14	Rosa	584	42	374	-	-	-	-	12.37
14	Blanco	583	-	235	60	122 Níquel	-	-	-
14	Blanco	584	-	160 a 170	70 a 86	170 a 178 Níquel	-	-	-
14	Blanco	583	224	141	52	-	-	-	-
14	Blanco	583	-	-	-	417 Paladio	927	1700	13.7

Fuentes: Casobo, Juan, *Manual del Joyero*, Buenos Aires, 3ra. Edición, 1999, Albatros, p. 393; Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts (Worcester), 1991, Davis Publicaciones, 175 p.; Montañes Luis, *Joyas, Diccionarios Antiquaria*, Madrid, 1987, Antiquaria, p. 10-11; Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, p.172-176



Si se desea profundizar mas respecto a diferentes aleaciones o tipo de color sugiero revisar a fondo las fuentes consultadas o las fuentes para saber mas, o si se cuenta con el equipo y recursos suficientes experimentar cada una de las aleaciones para la obtención de datos precisos

#### Aleaciones de menos de 14 kilates

Las aleaciones de título bajo, menos de 14 kilates, no se recomiendan para joyería porque se empañan con facilidad, pierden el brillo y el color. Pueden manifestar fragilidad frente a la corrosión química, es decir son menos nobles<sup>43</sup>, y tienen propiedades mecánicas inferiores

#### *Aleaciones que imitan el color del oro*

El elevado precio del oro siempre ha motivado a obtener aleaciones con el mismo aspecto de este metal. En el comercio existen aleaciones de cobre y zinc con el nombre genérico de similoro que tiene propiedades en color y brillo como el oro. Existen algunas con un contenido de oro muy bajo, sin embargo no mantienen la característica principal de la joyería de oro de ley o título alto: su inalterabilidad ante el oxígeno, es decir que se oxida. El color y el brillo pueden conservarse únicamente si se aplican barnices transparentes.

Hoy en día, la falsa joyería dispone del aluminio, metal que puede ser fácilmente oxidado galvánicamente y después coloreado en oro. Este tipo de acabado ha sido muy utilizado en los artículos de bisutería.

#### Aleaciones de plata

En algunos países se emplea plata a 800 milésimas, sin embargo la aleación empleada en México es la de 925 milésimas que además es la empleada para joyería de exportación. Esta aleación se conoce como "Standard Silver" o "Sterling Silver", que pueden ser traducidas como plata estándar o plata de calidad y plata esterlina respectivamente. En la plata no hay otras aleaciones, para modificar el color se recurren a terminado superficiales únicamente.

#### *Observaciones*

- Para agitar un metal fundido o una aleación fundida, se debe emplear un material que no se disuelva. Puede emplearse para ello una varita de madera verde o blanca; un bastón de grafito, tierras refractarias o sustancias que no se disuelven teniendo el inconveniente de ser frágiles.
- Al preparar una aleación se debe pesar de manera exacta, añadiendo un par de milésimas más de material precioso, para mantener el título adecuado de la aleación
- Para evitar la formación de óxidos, se puede proteger la aleación fundida en el crisol con una capa de polvo de carbón vegetal.
- Al preparar una aleación, hay que empezar por el metal cuyo punto de fusión sea más elevado y añadir los demás conforme a su punto de fusión

---

<sup>43</sup> El termino noble se refiere al uso de metales preciosos o nobles como principal metal en la aleación



- Los metales no deben permanecer en reposo mientras estén fundidos ya que no se obtendrá una aleación homogénea, para ello se debe agitar la mezcla constantemente.
- El nitrato de potasa es empleado para purificar el oro, eliminando partículas de estaño, plomo y zinc
- No debe calentarse en exceso la aleación ya que puede quemarse, cuando esto sucede la aleación presenta partes sólidas y líquidas por arriba del punto de fusión, lo cual se traduce en una pérdida de propiedades en la aleación resultante.
- La contracción normal del oro del estado líquido al sólido, es aproximadamente de 2 %, y la de la soldadura de oro de alta ley es similar

#### *Para saber más*

Para profundizar sobre las diferentes aleaciones, comportamiento y peculiaridades de los diferentes componentes para el oro y la plata, consultar:

Casobó, Juan, *Manual del joyero*, Buenos Aires, 1973, Albatros, 428 p.

Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts (Worcester), 1991, Davis Publicaciones, 192p.

Tuñón Suárez, César, *Guía de los metales preciosos –calidades físico-químicas, legislación, ensayos y análisis-*, Barcelona, 1991, Omega, 117 p.

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

Montañas Luis, *Joyas, Diccionarios Antiquaria*, Madrid, 1987, Antiquaria, 272 p.

Fuentes a consultar para conocer más sobre los elementos citados:

*Página de la editorial Mc Graw Hill sobre los elementos de la tabla periódica y sus características generales*  
<[http://www.mcgraw-hill.es/bcv/tabla\\_periodica/mc.html](http://www.mcgraw-hill.es/bcv/tabla_periodica/mc.html)>[Consultada el 14 de octubre de 2002 y verificada el 21 de abril de 2004]

Vitiello, Luigi, *Orfebrería moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

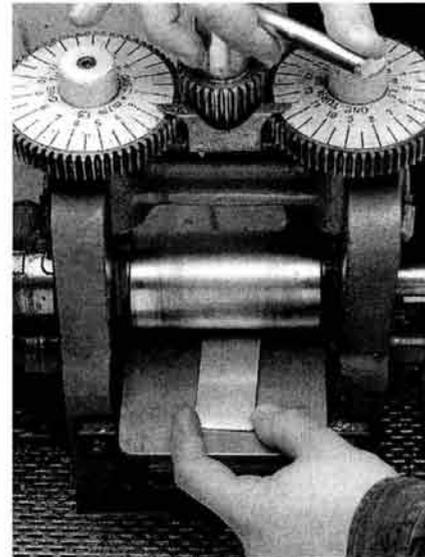


## Laminado

Es un tipo de trabajo, en frío o caliente, mediante laminadoras formadas por dos cilindros giratorios, los cuales reducen el espesor de un lingote, formando una lámina. Si la superficie de los cilindros (llamada *tabla*) es lisa, se obtienen chapas, láminas o cintas; por el otro lado si tiene canales se obtienen, barras de sección circular, cuadrada, hexagonal y perfiles de formatos diversos.



Lingote inicial  
-Imagen tomada de Codina (1999)-

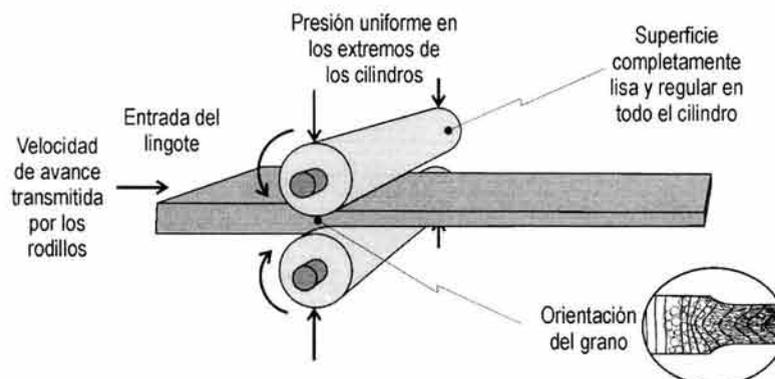


Laminador de plancha  
-Imagen tomada de Codina (1999)-

*Laminadoras para chapa.* Básicamente están formadas por dos cilindros horizontales de hierro colado o de acero, superpuestos en vertical dejando un cierto espacio entre ellos y con giros en sentido opuesto. De esta forma, las dos zonas encaradas giran en el mismo sentido. El cilindro inferior gira en torno a un eje fijo, el superior puede desplazarse a lo largo del plano vertical para aumentar o disminuir así la distancia entre los dos cilindros. De esta forma es posible reducir el material hasta espesores cada vez más pequeños.

La industria utiliza tres tipos diversos de laminadoras: la inicial, la intermedia y la de acabado. El joyero usa una única laminadora y completa el trabajo con las operaciones de acabado. Esta laminadora puede ser manual o eléctrica, en la última el trabajo físico se reduce y la calidad de la lámina obtenida aumenta al ser constante la velocidad de los rodillos.

En las laminadoras manuales, la fuerza se aplica en el extremo de la manivela, sobre un mango que gira libremente en torno a su perno fijo. Se intenta disponer de un brazo de acero muy largo para exaltar así la acción de la fuerza muscular.

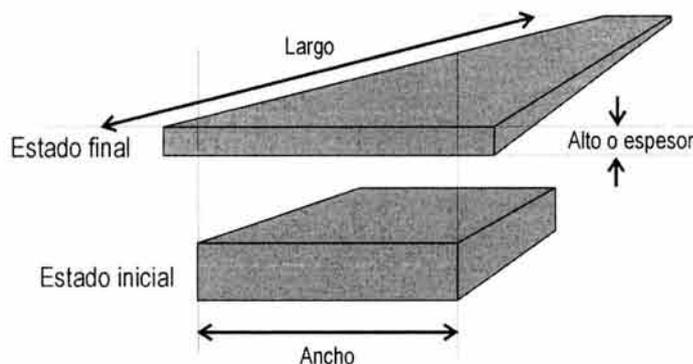


Constantes en el proceso del laminado



### Pasos durante el laminado

- Una vez obtenido el lingote inicial se procede a su decapado que tiene como función limpiar la superficie de toda oxidación, sustancia y partículas ajenas al metal. Después de esto debe quedar limpio y seco.
- Se introduce a la laminadora dando media vuelta (aproximadamente) entre pasada y pasada de la lámina, en esta acción el lingote comienza reducir espesor poco a poco.
- Cuando se reduce el espesor a la mitad de su tamaño inicial se procede a recocer (véase recocer) el metal, para evitar fracturas y facilitar la siguiente etapa del laminado
- Es aconsejable realizar el laminado en el mismo sentido con el fin de evitar fracturas
- Se repite la operación hasta obtener el espesor y área deseada de la chapa

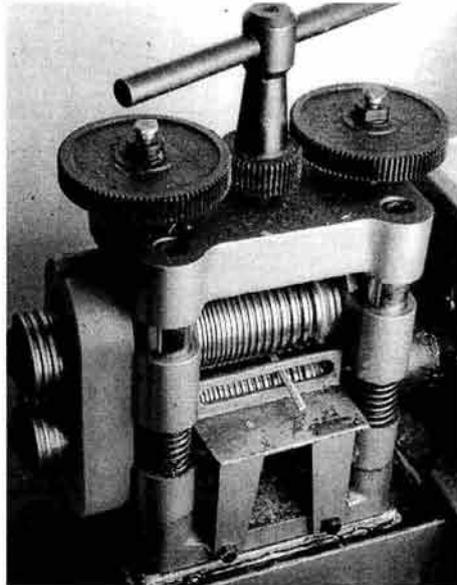


**Modificaciones dimensionales de la lámina**

Las placas que salen de la laminadora son alargadas, de poco espesor y algo ensanchadas respecto al lingote. Podemos decir que ha actuado una fuerza de alargamiento, una de compresión y una tercera, la más pequeña, de ensanchamiento. La parte media del lingote tiende a alargarse más que las partes laterales; por esto la cola del laminado presenta una curva mediana. Para disponer de un producto acabado de forma rectangular hay que proceder a cortar estas colas.

*Variantes en los cilindros. El principio es el mismo que el de los cilindros de la laminadora, pero éstos no son lisos sino ondulados o con otra forma creando un resultado final diferente al comúnmente utilizado. Se pueden tener múltiples aplicaciones para el resultado, todo depende del joyero y su creatividad. Los ribetes son un ejemplo de producción con laminadoras que usan cilindros perfilados. Pueden ser denominados perfilados decorativos.*

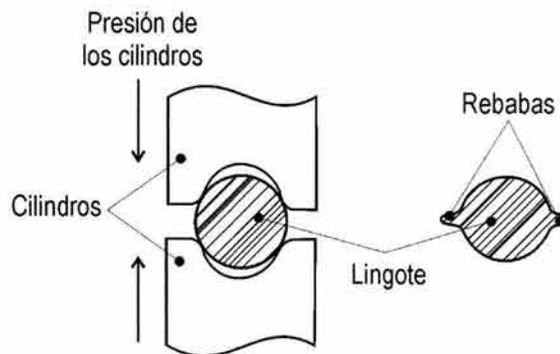
*Laminado para hilo. En las laminadoras para hilo, los dos cilindros presentan cavidades o canales de tamaño gradualmente descendente. El mecanismo es el mismo que el descrito para la chapa. Al pasar de un canal al otro hay que evitar la formación de rebabas. De un orificio a otro hay que girar 90° el lingote, evitando introducir el material en un orificio demasiado pequeño.*



Laminadora de hilo  
-Imagen tomada de Codina (1999)-

Si aparecen rebabas por la reducción excesiva del lingote en la laminadora de hilo, deben eliminarse antes de continuar con el proceso; en caso contrario, la aleta queda aplastada y forma un relieve. En la figura de abajo se ha exagerado este defecto para que resultara bien claro.

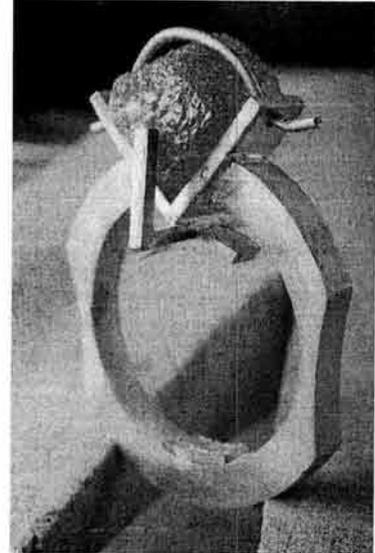
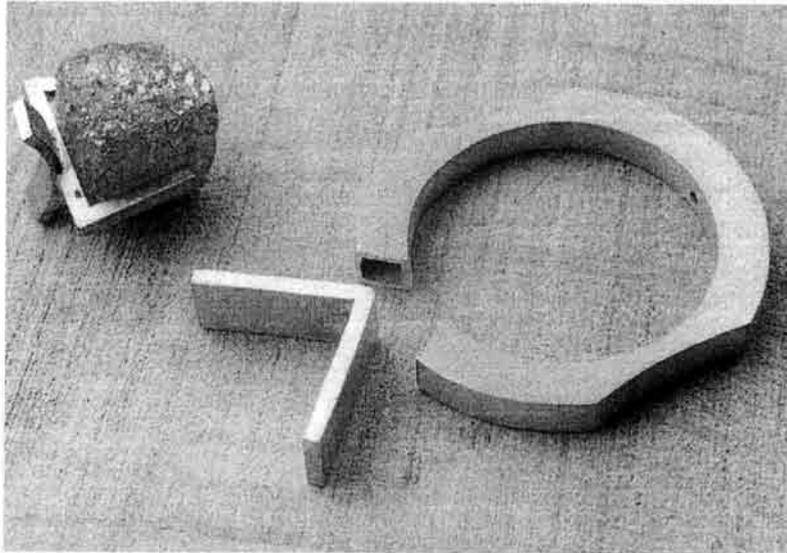
Después del laminado se procede al trefilado que se lleva a cabo con un instrumento denominado, precisamente, trefiladora (véase trefilado). Este sistema es aún muy usado en los talleres de artesanía pero en las empresas grandes se está introduciendo cada vez más el empleo de la extrusión.



**Reducción excesiva del lingote en la laminadora de hilo**

*Tipo de producción que proporciona el proceso*

El laminado puede emplearse desde una baja (artesanal) producción hasta una alta (industrial), dependiendo como se planea la línea de producción y dependiendo de los objetivos a alcanzar. Es un proceso bastante versátil y permite obtener grandes volúmenes con poco peso.



En las imágenes se aprecia un anillo el cual fue conformado a partir de una chapa. Tanto en el formado del cuerpo principal, como en el soporte principal de la piedra.  
-Imagen tomada de Codina (1999)-

### Aplicaciones

El proceso de laminado es una parte de la conformación de una pieza. Sin embargo su aplicación se puede ver fácilmente en anillos, aretes, broqueles, brazaletes, pendientes, collares, pulseras, etcétera. Básicamente en aquellas joyas que emplean una lámina o chapa como parte esencial para alcanzar la forma propuesta.

### Observaciones

- No existe una tabla que dé el número de pasos y la reducción correspondiente de espesor. Para cada tipo de material, sólo la experiencia permite establecer el momento de la recocción después de una cierta reducción de espesor mediante un cierto número de pasos.
- Cuando el lingote queda bloqueado entre los cilindros, se arruga o descentra, es una señal de que la reducción correspondiente a aquel paso era demasiado fuerte.
- Otro factor a tener en cuenta es la geometría del lingote. Si es más ancho que largo, es fácil que se deforme si la reducción es fuerte. Además de reducir el tiempo de trabajado, las reducciones fuertes contribuyen a producir metales más homogéneos, más compactos, más densos.
- Si se utiliza una laminadora manual, se recomienda su uso con un acompañante para que uno manipule la lamina y su cuidado, y el otro imprima la fuerza necesaria.
- En el proceso de laminado, los primeros síntomas de fragilidad se manifiestan en los bordes por la aparición de grietas.
- Si el lingote resiste bien los primeros pasos, es difícil que se rompa en los siguientes más estrechos, pero debe efectuarse la recocción en el momento justo.
- Si aparecen grietas o desigualdades en los márgenes de la chapa ya acabada es señal de que el lingote no era compacto y dúctil, de buena calidad, o bien que el primer estadio ha sido excesivo, antes de la recocción. Si estos bordes no se cortan antes de continuar el trabajo, las pequeñas grietas se ensancharán y llegarán a producir verdaderas roturas.



- No basta con que las superficies del cilindro de acabado sean totalmente lisas, es importante que no se adhiera ningún cuerpo extraño, ni tan siquiera hebras de tejido, de algodón. Cualquier cuerpo que aparezca entre la tabla y el material a laminar produce una señal, como si se tratara de un grabado.
- Es por ello que la chapa debe limpiarse bien, eliminar totalmente el polvo. Este fenómeno nos confirma que en la elaboración mecánica es importante que los metales y aleaciones consigan un estado pastoso, en donde la resistencia a la penetración se haga mínima.
- Se procede a laminar en el mismo sentido de la colada, metiendo al laminador la parte del lingote que se formo primero. Esto evitara que el metal se rompa con mayor facilidad.
- Si una placa sale de los rodillos con una cierta curvatura y con un espesor diverso a los dos lados de la lámina, es señal de que los dos cilindros no están paralelos.
- La distancia entre los dos cilindros debe ser siempre menor que el espesor del lingote que hay que laminar.
- No se debe olvidar que la lámina o chapa obtenida debe recocerse para las subsecuentes conformaciones

#### *Fuentes para saber más*

Para profundizar más sobre el proceso de laminado:

Schärer Säuberli, Ulrich, *Ingeniería de manufactura*, México, 1984, Continental, 1a edición, 735p.

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

Mc Grath, Jinks, *Técnicas de joyería*, Madrid, 1998, Susaeta, [tr. Miguel Martínez Herraiz], 112p.

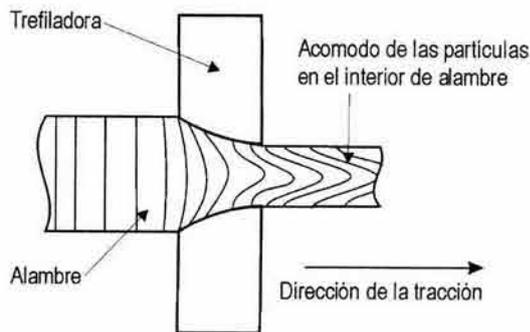


## Trefilado

Para comenzar veamos una definición sobre el proceso de trefilado

“Es la operación que permite obtener un alambre del calibre deseado”<sup>44</sup>

La acción se efectúa en una hilera, la cual es una plancha de acero templado, aceros especiales, piedras duras o incluso de diamante, con diversas perforaciones graduadas y de secciones diferentes a la circular. Según el trabajo y diseño se debe seleccionar la mas adecuada. El mismo hilo va pasando por orificios más pequeños a medida que va disminuyendo de espesor.



Proceso de trefilado

La figura anterior nos permite observar lo que sucede cuando el hilo es estirado en la hilera. La forma cónica a la entrada de la hilera obliga a un estirado del metal, lo que retarda el paso de la parte periférica; ello favorece la salida de la parte más interna del hilo que es la primera en desplazarse.

La propiedad que más se utiliza en este proceso es la ductilidad. El trefilado obliga al lingote a disminuir de sección bajo la acción de una fuerza de tracción que lo hace pasar a través de un orificio más pequeño.

### Partes importantes en el proceso

El primer paso para obtener el hilo de oro, es pasar una barrita de metal precioso, fundido previamente en una hilera de acero. Este será introducido por laminadoras de hilo mecánicas o automáticas, con el fin de obtener un cierto diámetro: para ello se deberá girar poco a poco para que adquiera una sección redonda homogénea.

Con las laminadoras de hilo mecánicas no se consigue descender por debajo de un cierto diámetro. Si deseamos obtener un hilo muy fino, ya sea de sección cilíndrica y uniforme o de otro tipo, hay que recurrir a las trefiladoras manuales.

A continuación se describen los pasos que se realizan en un trefilado manual:

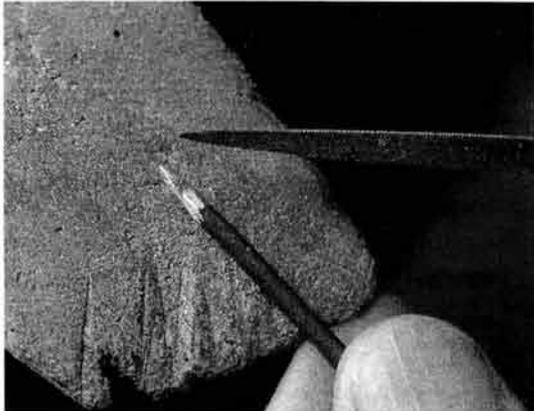
- La hilera se monta en un tornillo de banco cuidando que no se maltrate, para ello se emplea un protector de mordaza o algún material que se encuentre atrapado entre la hilera u la mordaza.
- Se toma un extremo del alambre y se afila de tal suerte que pase librado por el primer orificio o barreno.
- Posteriormente se sujeta del otro lado de la hilera y se tira del alambre con unas pinzas, ello permitirá que el alambre reduzca su diámetro según el barreno que se este empleando. Para facilitar la operación,

<sup>44</sup> Luis Montañes, Joyas, Diccionarios Antiquaria, Madrid, 1987, pág. 265



el alambre debe estar previamente recocido y cubierto de cera que tiene la función de lubricar la superficie mientras se produce la operación.

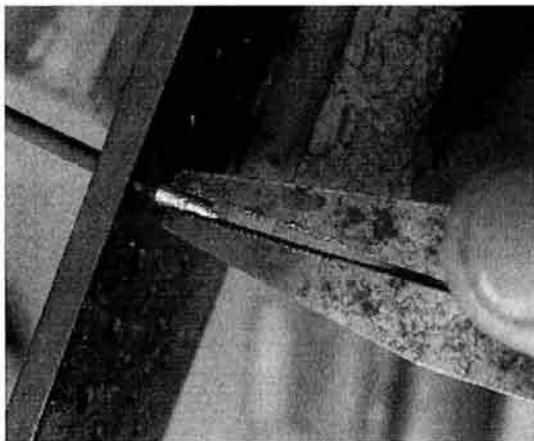
- La operación requiere en ocasiones mucha fuerza por lo que deberán emplearse ambos brazos en la acción. Cada tres o cuatro pasadas (una por cada barreno u orificio) la dificultad de tirar será mayor, porque el alambre se habrá endurecido, por lo tanto deberá ser recocido nuevamente y lubricado, hasta conseguir la sección o el espesor deseado.
- Al final debe recocerse para poder emplearse en las siguientes operaciones a realizar.



Momento en el que se lima la punta para que pase por la hilera  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)<sup>45</sup>-



Posteriormente el alambre se pasa a través de la hilera  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Se sujeta del otro lado de la hilera con unas pinzas  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Se aplica la fuerza de tracción sujetando bien las pinzas se repite la acción hasta obtener el diámetro deseado  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Hileras de acero templado con diferentes secciones  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

<sup>45</sup> Mc Grath Jinks, The Enciclopedia of Jewelry-Making Techniques, Runin Press, Londres, 1995, 176p.



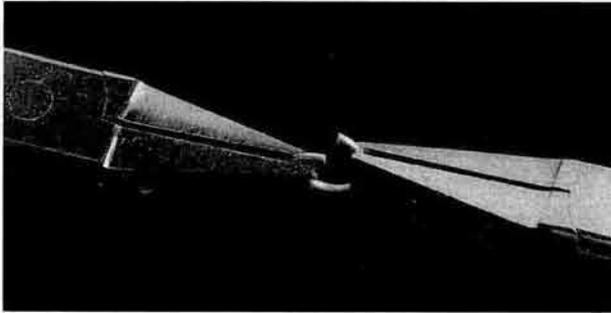
### *Tipo de producción que proporciona el proceso.*

El trefilado es una parte del proceso al que se somete el material para convertirse en una joya, propiamente dicho es la habilitación del material para ser empleado posteriormente o inmediatamente en otro proceso que puede llevarnos a un producto terminado. Partiendo de esto podemos ver al trefilado como una parte del proceso artesana que con ciertas atenciones puede convertirse de una baja producción a una de tipo media.

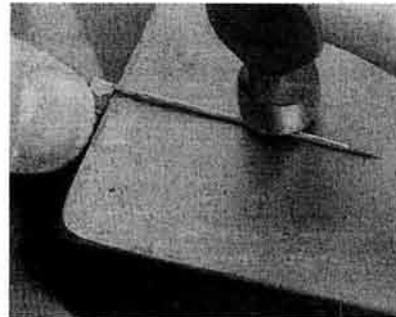
### *Aplicaciones.*

Dentro de las aplicaciones donde se puede apreciar el trabajo de trefilado encontramos, aretes, pulseras, cadenas, anillos, dijes. Pudiendo ser una parte incluso de una joya, por ejemplo se puede combinar el proceso de cera perdida con el de trefilado para obtener un producto terminado. El límite de las aplicaciones del trefilado es la imaginación.

### *Ejemplo de las aplicaciones del trefilado*



Se forman arillos para articulaciones o adornos  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)



Se emplea en la elaboración de seguros de aguja  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)

### Observaciones

- Debe mantenerse en buen estado el equipo y reemplazarse cuando sea necesario, ya que con el uso continuo, las paredes del orificio de la trefiladora pierden su lisura original y su exactitud, por lo que los hilos salen con un perfil diverso al deseado.
- Otros lubricantes empleados en el trefilado son: disolución de jabón, aceite mineral y jabón de sodio en polvo sin glicerina, ni agua.
- El alambre debe estar libre de óxidos para asegurar un buen terminado.
- Las rebabas que lleguen a formarse deben ser eliminadas inmediatamente con la lima. Si no se eliminan las primeras rebabas, los pasos sucesivos las irán transformando en escamas o pajitas que luego se separan, tal vez en las últimas etapas.
- Puede realizarse un examen microscópico de la sección del hilo para mejorar la calidad de la producción.
- La elección del tipo de trefiladora está en relación al material que se trabaje, si es más duro o menos duro. Las trefiladoras de piedra dura son de rubí, de zafiro, y tienen una duración mucho más larga. Las trefiladoras más duraderas son las de diamante pero son también las más frágiles.

### *Fuentes para saber más.*

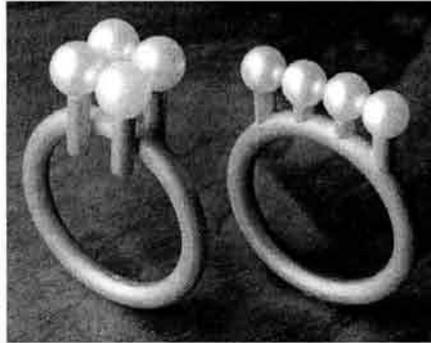
Para repasar el proceso de trefilado y algunas de sus aplicaciones más comunes consultar:

McGrath, Jinks, *The Encyclopedia Of Jewelry –Making Techniques-*, Filadelfia, 1995, Running Press, Pág. 128-133



## Elaboración de tubo

El tubo se obtienen a partir de una plancha o lámina, que puede estar o no soldado.



Anillo de hilo y soportes de tubo para perlas. Obra de Ulla & Martin Kaufmann.  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

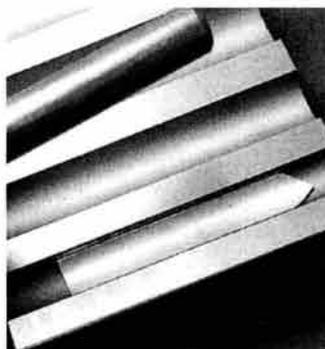
*Partes importantes en el proceso.*

El siguiente proceso de fabricación fue obtenido por las descripciones de Carles Codina, en su libro *La joyería* (1995):

- Para fabricar un tubo primero se ha de partir de una plancha plana a la cual se le haya realizado una punta triangular con las tijeras para metal.
- La plancha o lámina debe ser recocida para comenzar a golpearla lamina dentro de un dado de canales.
- A continuación, la plancha ha de cerrarse paulatinamente sobre sí misma en el dado de canales, dando golpes por el interior hasta formar una "U", cambiando de un canal a otro paulatinamente.
- Posteriormente el golpe pasa de ser interior a exterior, cambiando la cabeza del martillo, ahora por su lado más ancho, de forma que el tubo sea redondo y los extremos de la plancha lo más encarados posible, ya que es por donde posteriormente se soldara.
- Una vez que se ha cerrado el tubo, se pasa por un agujero o dos de la hilera redonda, para darle un mejor perfilado. Antes de iniciar esta fase debe ser recocido el metal.
- El tubo debe ser soldado a todo lo largo para asegurar su resistencia a un proceso posterior
- Después de soldarse debe eliminarse el excedente de soldadura con una lima, para después trefilarse como si de un hilo se tratara, hasta obtener el diámetro requerido.



Cuando la lámina comienza a golpearse dentro del dado de canales  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



La lámina comienza a tomar forma dentro del dado  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



La chapa cambia de canal para cerrarse un poco más  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Para cerrar el tubo se aplican golpes se exterior del mismo  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Ya cerrado el tubo se pasa por la hilada para rectificar el perfil  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Los diferentes momento a los que se somete la chapa hasta obtener el tubo  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

*Tipo de producción que proporciona el proceso.*

Como tal la elaboración de tubo no nos da un producto terminado, nos proporciona un material habilitado listo para emplearse en un proceso posterior. Y es bastante común encontrarlo como parte de un objeto mas complejo. Puede adquirirse en presentaciones de perfiles en algunas tiendas. Básicamente forma parte de una elaboración artesanal de la joya, pero puede aplicarse a una producción media con algunas medidas de antemano.

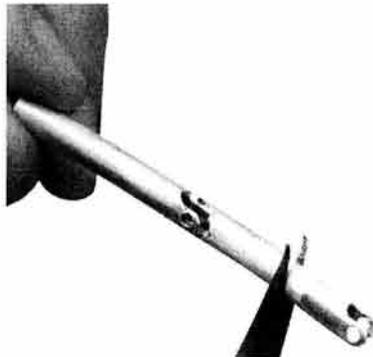
*Aplicaciones.*

El tubo se aplica en la elaboración de bisagras, broches, brazaletes, arracadas en diferentes secciones, aretes, brazaletes, pulseras, collares, anillos y objetos de joyería en general donde se busque volumen combinado con ligereza.

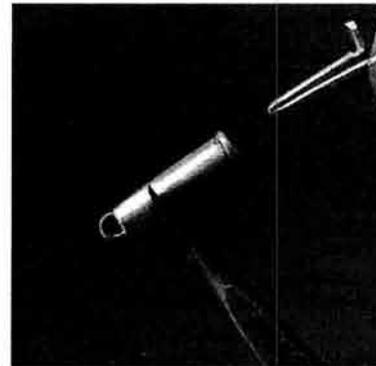
*Ejemplos de aplicaciones.*



Articulaciones de Tubo  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Eslabones hechos a partir de tubo  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Broches hechos con tubo  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)-



### Observaciones

- *El martillo empleado debe estar en buen estado ya que la textura es transmitida a la lamina del tubo mientras este es formado.*
- *El martillo debe ser algo abombado y sin aristas vivas para asegurar un buen terminado del tubo.*
- *El metal debe ser recocido varias veces durante el proceso para evitar que se abra la sección cuando se suelde el tubo. Si este se abre durante el recocido debe volverse a cerrar con el martillo y volver a empatar los extremos y que pueda soldarse.*

Para conocer sobre el proceso y algunos detalles relacionados:

McGrath, Jinks, *The Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques*, Londres, 1995, Running Press, 176 p.

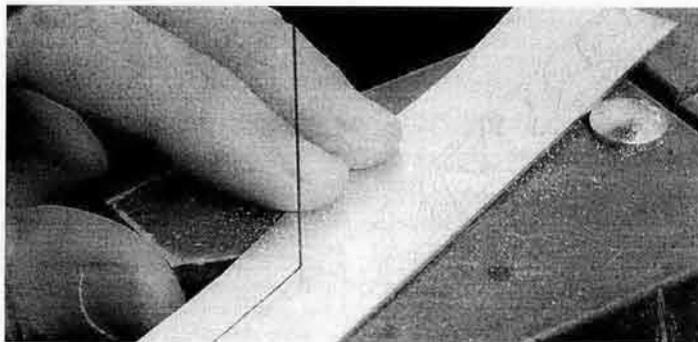
McCreight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis, 192 p.



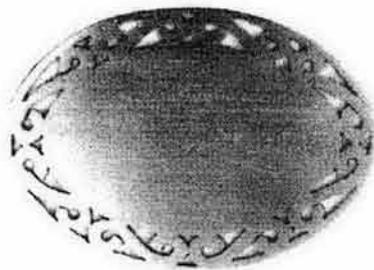
## Calado

Calar es perforar una pieza de metal recortando los dibujos previamente trazados en su superficie. Esta superficie puede tener cualquier conformación: cóncava, convexa, plana, etc. El dibujo se traza con un rayador o marcador que permita visualizarlo sobre la superficie o área del metal a recortar.

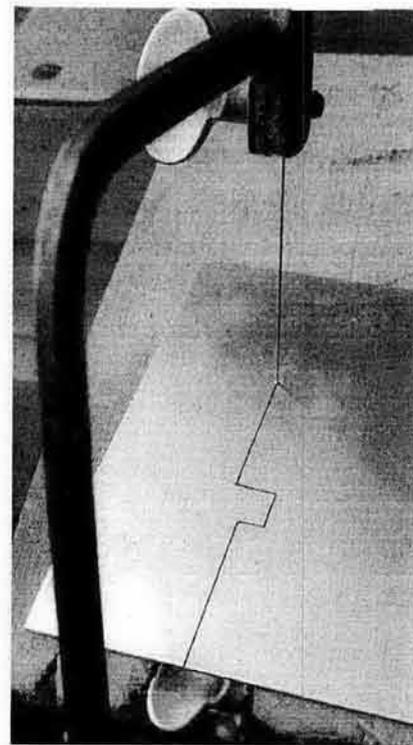
Podemos decir que es uno de los pasos previos a muchos de los procesos de conformación o manufactura de una pieza. Es un proceso versátil que puede ser empleado prácticamente en cualquier momento del conformado. Este puede ser aplicado a mano o a máquina, el más empleado es el manual, al cual nos referimos en este texto.



Corte de una lámina grabada previamente al agua fuerte  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)-



Ejemplo de calado  
- Imágenes tomadas de Llorente (1991)-



Calado de una lámina o chapa  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

Los utensilios más importantes que intervienen en el proceso se presentan a continuación:

- El arco: es el marco que sostendrá la segueta o pelo, usualmente esta fabricado en acero, con empuñadura y dos palomillas en ambos extremos del arco, que sirven para mantener tenso el pelo de la segueta.
- La segueta o pelo: es la sierra usada en el proceso de corte, usualmente son de acero templado. Los más frecuentes son de los siguientes grosores: (3.0) -- (2.0) -- (1.0) -- (0) -- (0.0), siendo la última la más delgada. Normalmente se pueden adquirir en paquetes de 10 unidades. El pelo empleado para oro y plata es del mismo tipo.
- La astillera: es una cuña que va colocada en la mesa de trabajo y sirve de apoyo para cortar, limar, voltear, etc.

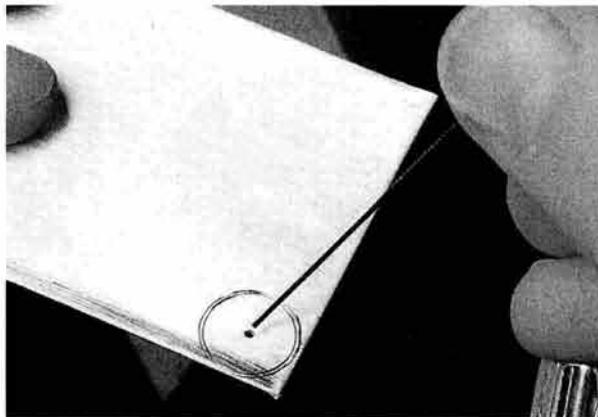


### *Tipo de producción que proporciona el proceso.*

El tipo de producción es baja, ya que es realizado a mano y puede ser desde un corte sencillo hasta un calado complejo en alguna chapa que será parte de un objeto. Sin embargo con la aplicación de una maquina para calar podríamos hablar de una producción intermedia, ya que el proceso sí se acelera pero no se convierte en uno de alta producción debido a que se sigue montando las piezas una por una y en lugares estratégicos. Si se desearan cortes con una velocidad mucho mayor de conformado se recomendaría el uso de troqueles.

### *El proceso de calado es el siguiente:*

- Taladramos un pequeño barreno con el taladro o motor eléctrico de mano, sobre las partes de la pieza que vamos a calar
- Libere el extremo inferior del pelo del arco y hágalo pasar por el barreno
- Apretando posteriormente el pelo en la palomilla correspondiente, quedando así la pieza en el centro del pelo de la segueta, asegúrese de que queda firme y tenso el pelo y proceda a calar la figura deseada. Otra forma es haciendo el primer corte apoyando el pelo de la segueta contra su dedo índice, que le servirá como guía.
- Apoyamos la pieza con la mano izquierda sobre la astillera
- Mantenga la segueta a 90° con respecto al plano de la plancha que se desea calar.
- Deje caer la sierra para marcar el punto de arranque y prosiga de forma constante con un movimiento ascendente y descendente guiándose por las líneas de su modelo.
- Cuando llegue a un ángulo, antes de proseguir el corte deberá colocar el dorso del pelo, cuya cara es lisa, contra el final del corte; comience con un suave vaivén del pelo, manteniendo siempre el contacto con el punto donde interrumpió el corte; imprima un giro suave y constante hasta que la cara dentada del pelo quede encarada a la nueva dirección del corte. No intente avanzar hasta que se encuentre en la posición correcta.



*Colocación del pelo a través del barreno*  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)-

### *Aplicaciones.*

Algunos objetos en los que se aplica este proceso son: aretes, esclavas, casquillas para perlas, dijes, anillos, etc. Pudiendo ser aplicada prácticamente donde sea, ya que no sirve únicamente para dimensionar el material con



que se trabaja, sino también como medio de expresión teniendo gran versatilidad según lo requiera el diseñador en determinado objeto. Cabe mencionar que puede ser un medio para alcanzar objetivos como ligereza en la pieza.



Ejemplo del uso del calado  
- Imagen tomada de Llorente (1991)-

### Observaciones

- No se deben utilizar nunca los alicates para apretar la palomilla. Cuando se escapa el pelo, hay que tener cuidado de que no quede ningún trozo roto en el espacio de la palomilla. Es un descuido que suele suceder con mucha frecuencia.
- Es importante no dar muchas vueltas a la palomilla para no tener que hacer excesiva presión con el hombro. Media vuelta a la palomilla es suficiente para montarla con rapidez y precisión. De lo contrario, podríamos incluso hacernos daño en el hombro, si realizamos la operación muchas veces al día.
- Es importante mantener la segueta sin inclinación, para no variar con el calado los gruesos de los lados de la pieza. En caso necesario es preferible inclinar la pieza.
- Para hacer el calado con la segueta sin forzar la pieza, su empuñadura debe colocarse por la parte de abajo de la astillera.
- Asegúrese que los dientes del pelo queden hacia abajo.
- La operación debe realizarse a un ritmo suave y continuo, sin forzar nunca el pelo. Si se atasca, no intente proseguir, levante la pieza y deje que el pelo se libere solo.

### Fuentes para saber más.

Para conocer algunos detalles más sobre calado, consultar:

Codina, Carles, *La joyería*, Barcelona, 1999, Parramón, 160 p.

McGrath, Jinks, *The Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques*, 1995, Running Press, 176p.

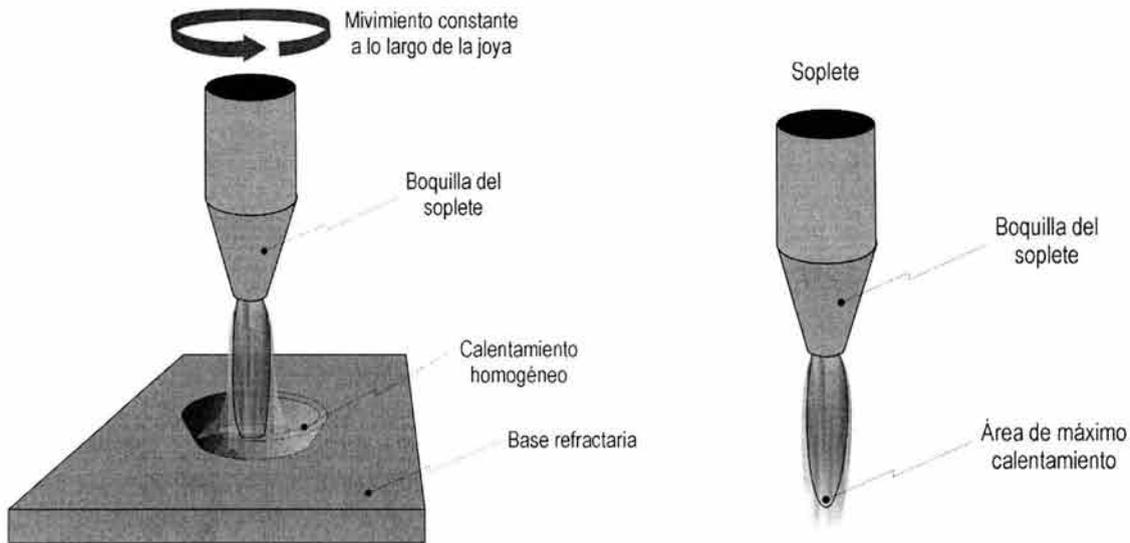


## Recocer

Las siguientes definiciones nos pueden servir como un buen punto de referencia, para entender claramente la operación o acción de recocido:

"Ablandar un metal calentándolo y enfriándolo a la temperatura adecuada. Un metal blando se trabaja con más facilidad"<sup>46</sup>

"El recocido consiste en el reblandecimiento del metal por la acción del calor."<sup>47</sup>



Acción de recocido

Flama sin oxígeno (suave), para recocer el material

Los metales, tienden a endurecerse producto del trabajo mecánico (martillado, doblado, laminado, estirado, etc.). Esto se hace notorio por el cambio de cualidades del material, entre más acciones mecánicas más duro se vuelve y su trabajo se vuelve más difícil. Por ello se efectúa la operación de recocido, que tiene la finalidad de liberar tensiones internas, empleando el fuego. Esto permite el reacomodo del grano a estructuras más pequeñas, rompiendo el direccionamiento provocado en el interior cuando se efectúa una actividad mecánica.

En ocasiones este endurecimiento puede ser ventajoso, en especial para brindar rigidez a la pieza terminada, evitando que se deforme fácilmente durante el uso.

Una de la primeras acciones que se realizan al comenzar un trabajo mecánico es recocer el material. Y debe efectuarse cada vez que sea necesario, para evitar que el material se resquebraje, recuperando con ello sus cualidades iniciales.

Cuando se realiza el recocido debe evitarse que se funda el metal, para ello es conveniente poner suma atención durante el proceso, y revisar continuamente la superficie que nos indica la temperatura del metal.

### Partes importantes en el proceso

- La luz ambiental no debe incidir de forma directa sobre el área de acción, para poder observar el color

<sup>46</sup> Mc Grath, Jinks, *Técnicas de joyería*, Madrid, 1998, Susaeta, [tr. Miguel Martínez Herraiz], p. 110

<sup>47</sup> Luis, Montañés, *Joyas*, Madrid, 1987, Diccionarios Antiquaria, p. 228-229



del metal al calentarlo.

- Se coloca el metal sobre una superficie refractaria, evitando que se encuentren cosas cerca de la operación, que puedan quemarse o calentarse en exceso y provocar algún accidente
- Calentar con una flama suave, sin oxígeno (o aire), en la zona de la flama azul pálido, debajo del color amarillo. El calentamiento se debe hacer uniforme, moviendo la flama lentamente y sin estacionarse en una área (ya que puede fundir esa parte). Se debe calentar hasta tomar un ligero color rojo.
- Debe tenerse cuidado de no fundir los extremos de la pieza o del material, en especial cuando se trata de alambres.
- La expresión "rojo pálido" se refiere a alcanzar el primer color rojo, sin llegar a un rojo vivo que es justamente donde comienza a fundirse el metal.
- Mantener así por unos instantes y después apagar la flama.
- Puede dejarse enfriar lentamente al aire, se puede sumergir en agua o en una solución de ácido, para blanquearla.
- Si se dejó enfriar la pieza al aire, es recomendable sumergirla en agua para evitar alguna quemadura si aun no se enfría del todo.

#### *Observaciones*

- La pieza debe estar recocida uniformemente, sino se pueden causar fracturas o desprendimiento del material, en los subsecuentes trabajos mecánicos.
- El recocido puede llevarse también a cabo en un horno



## Soldar

Por un lado el termino se refiere a dos cosas: una acción u operación, y el nombre del material:

- La acción esta determinada por la unión de dos o mas piezas a través del calentamiento de las partes metálicas, de tal suerte que el material de unión fluye entre las piezas que se desean unir, al enfriarse la unión forma parte de la joya . La soldadura puede ser poco perceptible si está bien aplicada.
- El material. Se trata de una aleación de metales, donde el punto de fusión es inferior al de la aleación de la joya (metal que se desea unir). El contenido de oro y el color deben ser lo más cercano al de la joya, para obtener una unión de calidad. Si no fuera así debe compensarse con un aumento previo del contenido de oro en la pieza, con el fin de obtener un contenido de oro al final tomando en cuenta las soldaduras (comúnmente ésta baja el titulo de la joya si no se toma en cuenta al hacerla).

Pero podemos aceptar las siguientes definiciones del proceso, de Mc Grath y Vitiello, como un referente general:

"...es el proceso mediante el cual se unen permanentemente dos piezas...aplicando calor, borax ...y varilla para soldar"<sup>48</sup>

"...se entiende –por soldadura- la unión de dos partes metálicas, obtenidas por calentamiento hasta la fusión de una aleación interpuesta, oportunamente hecha con una lámina o un hilo."<sup>49</sup>

### *Tipos de Soldadura*

Existen tres tipos de soldadura: suave (floja o débil), media y dura o fuerte. A veces se encuentran disponibles en el mercado otras soldaduras: extrablanda, para esmalte, etc. Como fuente de calor para unir las piezas se emplea: electricidad, gas o rayo láser.

- *Soldadura Fuerte*: Tiene el punto de fusión más alto de todas las soldaduras, y se emplea al principio en todas las partes que requiera el trabajo. Son tenaces, dúctiles y resistentes mecánicamente.
- *Soldadura Mediana*: Se emplea después de la soldadura fuerte y comúnmente no corre con facilidad.
- *Soldadura Suave*: Corre con facilidad, da un buen terminado y se emplea cuando se ejecuta un ajuste delicado o de último momento. A veces se emplea en la reparación de algunos poros de la superficie, resultado del proceso de fundición.

### *Partes importantes en el proceso*

Las partes importantes en el proceso de soldado son:

- La pieza: La pieza debe estar completamente limpia de óxidos, grasas, polvo y cualquier sustancia ajena a la joya.
- El fundente: La sustancia mas difundida para joyería es el bórax, sin embargo existen marcas comerciales y otras recetas que pueden ocuparse y tienen la misma función .
- La soldadura: Es la aleación de metales con un bajo punto de fusión, en la joyería contienen la misma cantidad y color de metal precioso que la joya.
- Calor: Es la fuente de energía, por la cual las partes a unir alcanzarán la temperatura ideal para fundir la soldadura. El calentar toda la pieza para soldar, tiene dos objetivos: conducir uniformemente la

<sup>48</sup> Mc Grath, Jinks, Técnicas de joyería, Madrid, 1998, Susaeta, [tr. Miguel Martínez Herraiz], p.3

<sup>49</sup> Luigi Vitiello, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, p. 243



temperatura de la pieza, facilitando con ello que la soldadura fluya y se adhiera perfectamente; y evitar algún cambio dimensional provocado por la dilatación los diferentes componentes de la aleación (que a veces puede provocar rupturas) o de las diferentes partes que se soldarán.

### *Pasos en el proceso*

Los pasos en el proceso de soldado son de manera general:

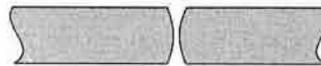
- Preparación de la piezas y el equipo. En esta etapa se limpian de toda grasa, polvo y sustancia, las partes que se desean unir. Y se corta en cuadritos la soldadura que previamente se aleo, tratando de igualar el color y el Kilataje de la joya a soldar. Debemos asegurarnos que las partes a unir empaten correctamente como lo indica la figura siguiente:



Correcto



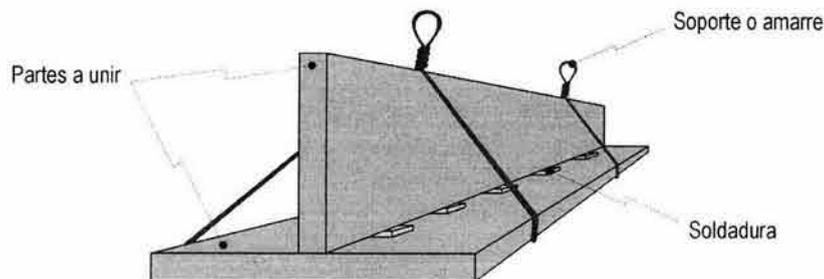
Incorrecto



Incorrecto

### **Empate de las partes a unir**

- Impregnar de fundente el área a fundir. Se calienta ligeramente la joya con el soplete, con la finalidad de quemar cualquier grasa adherida a la superficie, resultado de la manipulación de las piezas (los dedos suelen tener grasa que despiden naturalmente el cuerpo humano). Posteriormente se deja enfriar y se impregna de fundente líquido (o en polvo) con un pincel.
- Secado del fundente. El fundente se seca aplicando la flama suavemente, calentando hasta que el fundente ya no contiene agua (esta acción sucede muy rápido). En el caso del fundente en polvo no se realiza esta operación.
- Colocación de la soldadura. Una vez seco el fundente se acomodan los cuadritos de soldadura. El colocar éstos con el fundente seco, permite que la soldadura no salte o se mueva de lugar al evaporarse el agua. Las partes a unir deben estar bien empatadas. La soldadura se coloca encima o por debajo de las piezas según lo que se desee unir. Y si es necesario se emplea un soporte para evitar que se desplace la pieza durante el calentamiento. El soporte pueden ser a través de alambre de acero o con yeso, los cuales mantendrán las piezas en su lugar mientras se sueldan



### **Componentes listos para soldarse**



- Calentamiento de las piezas. La pieza mas grande a soldar, debe calentarse primero. La llama debe calentar de manera uniforme ambas piezas, sin dejar la flama estacionada (ello evitará fundir la joya). Una vez que comienza a tomar un ligero color rojo, se acerca la flama al área de la soldadura y se aplica directamente. Después de unos instantes la soldadura corre entre las piezas, presentándose como una línea brillante. Debe cuidarse de no mover las piezas y de que la soldadura corra justo por donde se desea. Cuando la soldadura funde, se extiende hacia la parte que se halla a temperatura más alta.
- Terminado de la pieza. Una vez soldadas las piezas, se deja enfriar y se retira el exceso de soldadura, procurando dejar la superficie lisa, parejita y sin poros. Una buena soldadura nunca se notará tan fácilmente.

### *Fundentes o flujos*

Son productos químicos que tienen la propiedad de extenderse en estado fundido, sobre las superficies metálicas e impiden la oxidación durante el calentamiento.

Los fundentes que llegan al estado líquido tienen la propiedad de disolver los óxidos metálicos; por eso también se les llama desoxidantes. El fundente ha de fundir siempre antes que la soldadura y no se ha de evaporar antes de que la soldadura se haya logrado.

Un fundente debe bañar, adherirse y extenderse sobre los metales que hay que soldar. Con esta propiedad toma el sitio del aire, que siempre permanece entre las piezas metálicas para soldar. Este comportamiento es importante, porque el aire es aislante, mientras que el fundente líquido transmite rápidamente el calor necesario para que la soldadura haga contacto. La sustancia más común empleada como fundente es el bórax.

### *Generalidades sobre la soldadura*

Las soldaduras han de tener propiedades lo más cercanas posibles a las de las aleaciones que constituyen el objeto que hay que soldar: maleabilidad, dureza, color.

Para no rebajar el título del metal precioso con que está fabricado el objeto, se deben utilizar aleaciones que tengan el mismo contenido en milésimas, variando los metales añadidos. Esto ayudara a bajar el punto de fusión, obtener el color de la aleación a soldar y que la aleación tenga ciertas propiedades mecánicas.

Por lo general, en orfebrería, la aleación de metal se utiliza en forma de sutil lámina, de la que se cortan los trocitos para la soldadura. La lámina es de 0,30+0,35 mm aproximadamente, y después se cortan los trocitos con las dimensiones deseadas, por ejemplo, 2 mm de largo y 0,3 o más de ancho.

Los proveedores de metales preciosos ofrecen aleaciones excelentes, ya listas para usar, con su justo título y del color deseado. Proporcionan también datos sobre la fusibilidad, indicando el intervalo térmico de fusión.

### *Recetas para aleaciones de soldaduras de oro*

En la preparación de las soldaduras, la ligereza y la fluidez dependen mucho de las proporciones entre plata y cobre. Cuanto más aumenta la plata, más fluido es el soldado y se utiliza cuando se necesita que penetre entre los espacios. Si se quiere que la soldadura baje un poco el punto de fusión se emplea el cobre pero en un cantidad menor al 18% de toda la aleación, ya que si se excede de este porcentaje el punto de fusión aumenta hasta el del cobre puro (1063 ° C). Si se desea aun bajar mas el punto de fusión se emplea Cadmio (punto de fusión 321 ° C).

A continuación se presentan algunas aleaciones de soldadura en 18 y 14 kilates:



Color	Kilataje	Oro	Plata	Cobre	Latón	Cadmio	Zinc	Niquel
Oro Amarillo	18	750	156.25	72.91	20.83	-	-	-
Oro Amarillo (Fuerte)	18	750	160.41	83.33	6.25	-	-	-
Oro Amarillo	14	583	250	145.83	20.83	-	-	-
Oro Amarillo	18	750	166	-	-	84	-	-
Oro Amarillo	18	750	125	-	-	125	-	-
Oro Verde	18	750	-	114	-	136	-	-
Oro Verde	18	750	114	93	-	43	-	-
Oro Verde	18	750	166	-	-	84	-	-
Oro Verde	18	750	125	-	-	125	-	-
Oro Rosa	18	750	-	150	-	100	-	-
Oro Rosa (fuerte)	18	750	-	200	-	50	-	-
Oro Rosa (suave)	18	750	18	91	-	141	-	-
Oro Rosa (media)	18	750	-	125	-	125	-	-
Oro Rosa	18	750	-	150	-	82	18	-
Oro Blanco	19	812	-	-	-	-	90	98
Oro Blanco	19	800	-	-	-	-	96	104
Oro Blanco	14	597	-	5	-	-	186	212

Tabla de aleaciones 18 y 14 kilates, por color

Fuentes: Luigi Vitiello, Orfebrería Moderna, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, p. 172-173 ;  
 Juan Casobó, Manual del joyero, Buenos Aires, 1973, Albatros, p. 317-318  
 El latón esta compuesto por cobre y zinc, en proporción 70% de cobre y 30% de zinc.

### Recetas para aleaciones de soldaduras de plata

Las recetas para realizar los diferentes tipos de soldadura (Muy fuerte, fuerte, media, suave y muy suave) de plata, son las siguientes:

Tipo	Plata	Cobre	Zinc	Cadmio	Latón
Muy Fuerte	80	20	-	-	-
Muy Fuerte	80	17.5	2.5	-	-
Muy Fuerte	80	16	4	-	-
Muy Fuerte	72	28	-	-	-
Muy Fuerte	66.6	33.3	-	-	-
Fuerte	71.5	19	9.5	-	-
Fuerte	67	23	10	-	-
Fuerte	76	21	3	-	-
Media	70	20	10	-	-
Media	70	22.5	7.5	-	-
Media	65	20	15	-	-
Media	62.5	30	7.5	-	-
Media	50	34	-	-	16
Media	57.5	32.5	10	-	-
Suave	68.75	-	25	-	6.25
Suave	62.5	-	25	-	12.5
Suave	60	25	15	-	-
Muy Suave	50	15	15	20	-

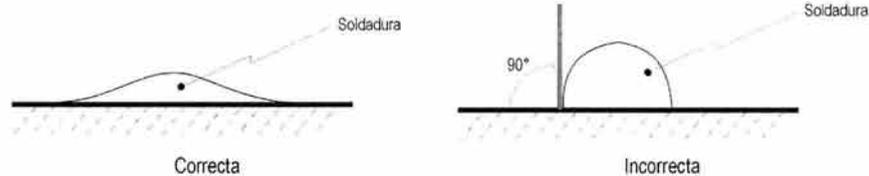
Tabla de aleaciones para soldadura de plata

Fuentes: Luigi Vitiello, Orfebrería Moderna, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, p. 251-252 ;  
 Juan Casobó, Manual del joyero, Buenos Aires, 1973, Albatros, p. 319;  
 Mc Creight, Tim, The Complete Metalsmith, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, p. 70



### Control de las soldaduras

Una buena soldadura debe tener forma de cúpula continuada y aplastada (ver figura inferior), con un lento declive desde la superficie del metal del objeto hasta el material soldado aportado. La otra figura inferior presenta un ángulo de  $90^\circ$ , y por esto la soldadura se desecha. Cuanto más aplanada y más alargada sea, mejor habrá salido la soldadura.



Aspecto de una buena y una mala soldadura

#### Observaciones

- Si en un objeto las soldaduras son numerosas, es aconsejable emplear soldaduras suaves para las últimas uniones, evitando que los múltiples calentamientos separen las piezas ya soldadas.
- El calentamiento se efectúa sobre las partes a soldar, de manera que la soldadura funda prácticamente por contacto. Debe evitarse calentar directamente la soldadura.
- La soldadura debe colocarse justo donde fluirá, evitando que se adhiera o fluya a partes no deseadas.
- Debe evitarse el sobre calentamiento en el proceso de soldadura, ya que podría fundirse la pieza y estropearla por completo.
- Al emplear yeso como soporte, debe evitarse que se ensucien las partes a soldar, éste obstaculizará o no permitirá el proceso.
- La soldadura sólo debe emplearse para unir, por lo que no es recomendable intentar tapar imperfecciones de la superficie con soldadura. El hacerlo puede darle un mal aspecto a la joya.

#### Fuentes a Consultar:

Para conocer más sobre fundentes, aleaciones para soldadura y del tema en general véase:

- Casobó, Juan, Manual del joyero, Buenos Aires, 1973, Albatros, 428 p.  
Cuzner, Bernard, Manual del platero, Barcelona, 1958, Gustavo Gili, 213 p.  
Kronquist, Emil, Metalwork for Craftsmen, Nueva York, 1972, Dover, 202 p.  
Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.



## Acabados

Un buen acabado puede resaltar una pieza a tal grado que la transforme completamente en una joya sin precedente.

El buen terminado se demuestra al hacer notar lo que se quiere, con la luz y la sombra. Para dar luz se lustra y pulimenta de manera que la superficie refleje la mayor cantidad de luz. Para aumentar contraste, se oscurece el contorno con la coloración o se maneja un terminado mate por ejemplo. *De esta manera* en una medalla se deja brillante la figura que se quiere resaltar y se enarena el contorno (mateado) y el fondo. Si toda la medalla está enarenada se destruye el contraste y se uniforma la reflexión de la luz. Esto explica por qué el acabado comprende tantos tipos diferentes.

Frances Loyen en su libro Manual de platería resalta la importancia del terminado:

"El pulimento no es una técnica "añadida" al final del trabajo; debe tenerse en cuenta cuando se diseña la pieza y durante su elaboración. Aunque los problemas de pulimento no deben limitar el diseño, deben tomarse en consideración. Si el diseño de una pieza va a suponer problemas en el pulimento, no se podrá obtener el acabado deseado. Puede ser preferible elaborar una pieza hecha con partes complicadas mediante remachado o atornillado para que se puedan pulir antes de unirla"

Dentro de los acabados comunes tenemos los siguientes:

- Acabado Brillante
- Bruñido
- Acabado mate
- Textura con punzones y martillos
- Textura con fibras
- Dorado por vía galvánica –proceso galvánico-
- Limpieza de la joya
- Secado de la joya

Los procesos mencionados serán descritos a lo largo del presente trabajo

### *Acabado Brillante*

El acabado o terminado brillante es el más común para las piezas de joyería, suele llamársele acabado antiguo o clásico, aunque los medios utilizados hoy en día sean completamente mecánicos y perfeccionados. Puede encontrarse en cualquier lugar en donde se comercialice o manufacture joyería. Cabe destacar que es en muchos casos el acabado brillante la primera fase de muchos otros terminados, ya que es en este punto donde todos los detalles que no son vistos a simple vista sobresalen, un ejemplo son los poros o las áreas alabeadas, o incluso una contaminación del material. Es justo aquí donde un joyero puede constatar la correcta realización del conformado de la pieza.

Cabe mencionar que este es el acabado más duradero porque al envejecer su valor estético aumenta, a diferencia de los otros acabados, que se modifican más o menos rápidamente con el roce, el manejo, con el uso en general, y pierden su primitiva frescura.



### *Como se lleva acabo el proceso*

La joya debe presentarse en las mejores condiciones posibles de brillo, dotada del máximo poder reflectante; para este fin, la montura metálica debe estar perfectamente pulida y brillante.

Los pasos a seguir para el pulido son los siguientes:

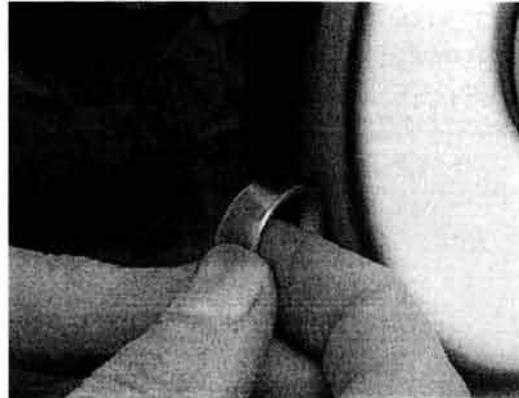
- El Alisado, podemos dividirlo en dos etapas:
  - Un alisado grueso en una primera etapa, obtenido primero con la lima. En esta etapa se eliminan los defectos pronunciados, pero se dejan arañazos y marcas en la superficie del metal.
  - Y un alisado fino, efectuado con la lima revestida de papel lija (empezando por el grano más grueso y terminando por el grano más delgado). En esta etapa los arañazos gruesos han desaparecido y se ve un ligero texturizado, muy fino, hacia el sentido en que se aplicó la lija, este proceso es importante realizarlo con paciencia ya que nos evitará trabajo posteriormente.
- El pulido, consiste en un primer y tosco lustrado, que desaparece las señales del alisado, se efectúa con la pulidora motor de esmeril o tripoli. En este paso la fricción hace que la superficie del metal se vaya fundiendo muy despacio de forma que comienzan a desaparecer los arañazos. El principio como tal es el de fricción (frotación) del metal con un paño para la obtención del brillo.
- El lustrado, a base de fricción igual que el punto anterior (en la mayor parte de los casos) se obtiene con productos (abrasivos especiales) que pueden variar de una aleación a otra, de taller a taller, de joyero a joyero, y que permiten una reflexión de la luz o brillo máximo del metal. En algunos talleres se utiliza el afeite para el oro rojo, el oro amarillo y el oro rosa, y el polvo de rubí para el oro blanco. Este se aplica de la misma manera que el pulido, solo que con una manta exclusiva para el lustrado (nunca se deben combinar para obtener buenos resultados)
- Y por último la limpieza de la joya: donde se retiran todos los residuos de los abrasivos de las pastas empleadas para pulir y abrillantar. Cabe mencionar que esta última parte es común en muchos terminados para la entrega en perfectas condiciones de la joya. En esta parte se revisa el correcto terminado de la pieza, se retiran los posibles enmascarillos realizados y se procede al secado.

El acabado brillante de una joya puede realizarse de tres maneras:

- Manual: Donde todo el proceso se realiza a mano, desde el alisado hasta el lustrado, y es la forma más tardada de obtener el acabado. Sin embargo se tiene la idea de que el resultado es mucho mejor que cualquier otro. Cosa con la que no estoy de acuerdo.
- Con máquina: Donde todo el proceso desde el alisado hasta el lustrado se realiza a través de máquinas y el joyero o artesano sólo interviene en el cambio de piezas de una máquina a otra o la preparación y limpieza de los componentes para que se realice la operación. Cabe mencionar que los resultados son muy impresionantes cuando el proceso está bien calculado, coordinado y supervisado.
- Manual y con máquina: Esta forma es la más usual en la mayor parte de los talleres, la combinación de ambos procesos permite un tiempo relativamente aceptable en su realización. Existen varias combinaciones en las que interviene la mano del artesano o joyero y el empleo de máquinas, podemos mencionar dos como las más importantes:
  - El alisado a mano, con pulido y lustrado con máquina de pulir, donde el joyero manipula la pieza para realizar el proceso. Esta forma de hacer el terminado brillante es la más común.
  - El alisado manual y el pulido y lustre con máquina, donde el joyero prepara la mezcla de abrasivos, piezas y pulidores (bruñidores, plásticos, media, etc.) que realizarán el pulido y lustrado, con lo que el joyero puede dedicarse a realizar otras operaciones o actividades, mientras se cumple el tiempo de pulido y lustrado (abrillantado).



Lijado de los bordes de un dije  
Pulido de un anillo con una manta en la pulidora



Pulido de un anillo con una manta en la pulidora

A continuación se presentaran las herramientas y equipo más importantes de cada una de las formas de llevar acabo el terminado, para después pasar a una definición o explicación sin orden de cada uno de los componentes y su función. Si desea saber mas sobre el proceso al final del documento se presentan algunas fuentes de consulta.

*Utensilios importantes en cada una de las formas de realizar el terminado.*

#### *Manual*

En la etapa de alisado:

- Limas
- Lijas

En la etapa de lustrado

- Abrasivos
- Madejas de hilo de algodón

En la etapa de lustrado o abrillantado

- Madejas de hilo de algodón
- Abrasivos

En la limpieza de la pieza

- Mezcla de detergente con agua caliente
- Un cepillo o paño
- Serrín (aserrín fino)

#### *Con máquina*

Este procedimiento es apto no sólo para el acabado, sino también para quitar las rebabas, igualar, redondear ángulos, desoxidar y alisar. Todo esto requiere una maquinaria que varía con la elaboración y con el objeto que se desea fabricar.



Para efectos del documento, en esta forma de realizar el terminado se tomaron como referencia las máquinas centrifugas de plato, no obstante en el mercado existen una gran cantidad de máquinas como los tambores, los cedazos con contenedores inclinados, las máquinas de rotovibración, etc.

En la etapa de alisado:

- Máquina centrifuga de plato para el pulido magnético, agua y abrasivos

En la etapa de lustrado

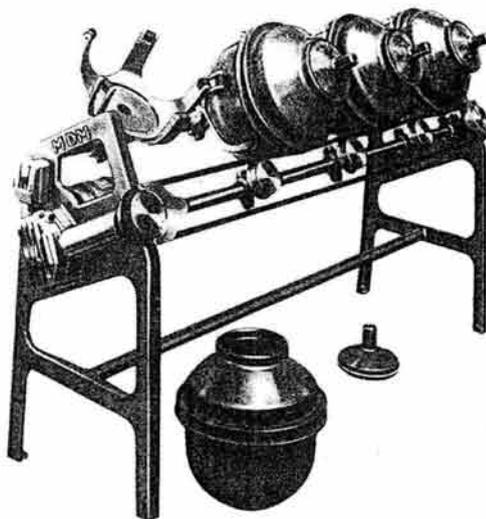
- Máquina de desvastado y pulido con insertos de plástico, abrasivos y agua

En la etapa de lustrado o abrillantado

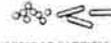
- Máquina de pulido y lustrado fino, abrasivos con insertos en polvo (cáscara de nuez en grano fino)

En la limpieza de la pieza

- Un paño solo para retirar algún residuo de los abrasivos empleados



Cedazo con contenedores inclinados

NATURALES  (PIEDRAS)	METÁLICOS  (ESFERAS BARRITAS)
AGRÍCOLAS  (CEREALES MOLIDOS Y CÁSCARAS DE NUECES)	PRE-FORMADOS 
	SINTÉTICOS 

Insertos usados para tratamientos en masa

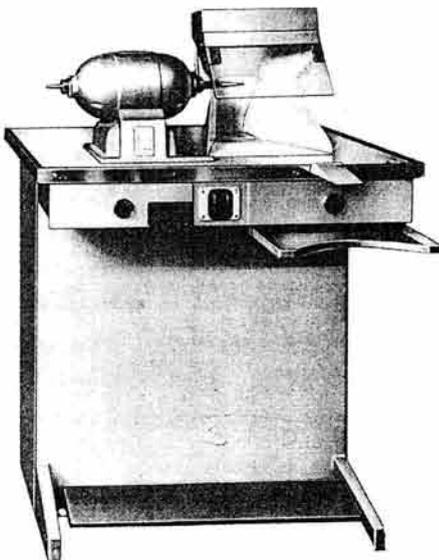
### Manual y con maquina

- El alisado a mano, con pulido y lustrado con maquina de pulir,
  - El alisado se hace con limas y lijas
  - El pulido y el lustrado se realiza con un motor con mantas de diferentes materiales, y abrasivos diferentes, para cada uno
  - Limpieza con ultrasonido o con detergente y agua caliente
- El alisado manual y el pulido y lustre con maquina,
  - El alisado se realiza con lima y lija
  - El pulido y el lustrado con abrasivos, insertos para cada etapa y se puede emplear cedazos con contenedores inclinados o tambores horizontales motorizados, entre otros.

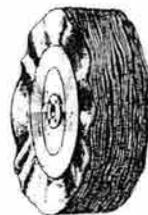


Algunas de las herramientas y equipos empleados en el pulido, en sus diferentes formas y etapas.

- Motor para pulir (pulidora), que es un motor eléctrico de eje cilíndrico alargado por los dos extremos; a estos extremos se fijan unas terminales cónicas sobre las que se montan los diferentes cepillos, mantas y fieltros empleados en el proceso, el motor suele girar a 2800 giros por minuto, en México se adquieren los motores de  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{3}{4}$  y 1 caballo de fuerza, siendo el más común el de  $\frac{3}{4}$  de caballo
- Los accesorios de la pulidora con que se realiza el pulido pueden ser:
  - Cepillos cónicos: Sirven para el acabado de anillos, pulseras, para las cavidades. De cerdas o de algodón terminan en punta redondeada; lateralmente, a lo largo de la superficie cónica están distribuidas las cerdas en espiral o el algodón. En los cepillos de fieltro la extremidad siempre es redondeada; en cambio, en los cepillos para el tratamiento de los anillos es posible utilizar la conicidad del mismo árbol de la pulidora: se faja el extremo con un tejido de fieltro, se aplica la pasta de pulido y se ajusta el anillo en el eje.
  - Ruedas de discos de tela : Cuando las piezas están limitadas por superficies planas se pueden utilizar las ruedas formadas por una pila de discos de tela del mismo, usualmente van atrapadas o contenidas entre dos pequeñas arandelas metálicas o de madera, incluso a veces van cosidas por la cara manteniéndolas unidas y formando un cuerpo resistente. La tela utilizada es de madapolán, de lana, de tela y franela entre otros.
  - Discos de fieltro: Se utilizan cuando se necesitan ruedas bastante rígidas. Tiene mucha importancia, además del diámetro, el espesor del disco; debe escogerse en relación a la anchura de la pieza que hay que tratar. Sirven durante la fase de lustre porque extraen mucho metal.
  - *Cepillos circulares*: Si la dirección de las cerdas del cepillo es convergente, el cepillo se llama convergente; si es paralela, se llama cilíndrico o de rangos paralelos. Estos cepillos sirven para pulir y lustrear; los convergentes son de uso general; los cilíndricos, sobre todo, para las superficies planas.
  - *Cepillos circulares en hongo*: Para trabajar en cavidades particulares se emplean cepillos con cabeza en forma de hongo, de cerdas animales o vegetales, o también de algodón.



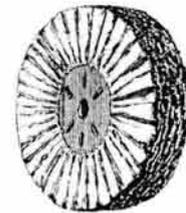
Gabinete para pulidora



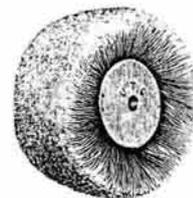
Rueda cilíndrica



Rueda cónica.



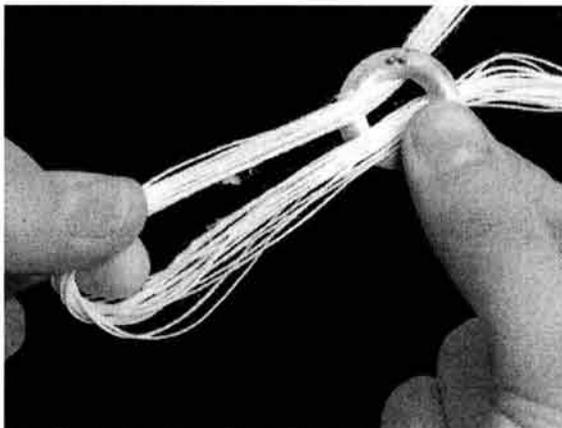
Rueda de contorno ondulado.



Cepillos para montar en la pulidora eléctrica



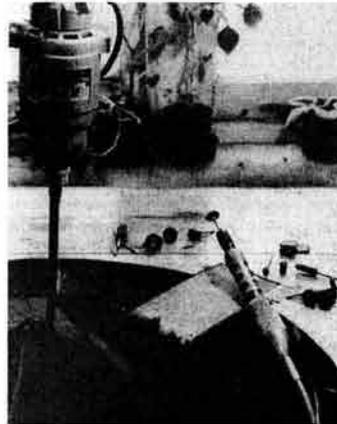
- Banco de pulido con aspiración y recuperación: La aspiración permite evitar que se disemine la suciedad del pulido dentro del taller y se evita que se respiren partículas que pueden llegar a ser peligrosas y la recuperación permite la posibilidad de recoger fácilmente los restos del pulido, de esta manera la recuperación de los metales preciosos es más completa y rápida.
- La pasta de pulido: consiste en pasta que desbastara el metal en la capa superficial, proporcionado una superficie mucho mas fina que la lija y que permita percibir un ligero lustre o abrillatamiento. (para saber mas acerca de las pastas de pulido y lustre puede revisarse la bibliografía recomendada).
- La pasta de lustre. Esta pasta ya es comercializada en el mercado, existen diferentes marcas y diferentes lustres a obtener, existiendo algunas con las que se obtiene un "súperlustre", muchos de estos productos son importados, y usualmente la pasta de lustre es de color blanco, y se presenta en pastillas cilíndricas o barras
- Papel de lija de agua: el papel de lija de agua esta fabricado en múltiples tipos de grano, usualmente están hechos de polvo de corindón (Dureza 9 en la escala de Mohs) y nos ayudan a desbastar el material hasta que desaparezcan las irregularidades del metal, dejando una superficie uniforme y casi tersa al tacto.
- Varillas de pulir: El fin de estas varillas para pulir es ayudar a realizar el pulido de manera manual en una joya. Puede confeccionar una varilla de pulir pegando tiras de ante a una varilla de madera.
- Trapos y gamuzas: estos ayudarán en la labor de limpieza, pulido y abrillatado de la joya, proporcionando un buen terminado, entre más suave sea el material del que están hechos.
- Hilos de pulir: Las madejas de hilo de algodón se emplean en lugares escondidos que no pueden alcanzarse con los cepillos o las ruedas. A través de este método se alcanza el resultado deseado con un movimiento de vaivén de las piezas. En vez del hilo de algodón se pueden utilizar también hilos de cuero. Para pulir el interior de una pieza de difícil acceso, tenga a mano un mazo de hilos de pulir. Haga pasar los que necesite por la pieza a pulir, humidézcalos con unas gotas de gasolina para mechero e imprégnelos de polish o pasta; después, frote con ellos la cara interna de la pieza.
- Taladro eléctrico de mano: se trata de un taladro con una extensión flexible que permite el manejo de múltiples fresas, cepillos y discos de fieltro para detallar algunas zonas específicas de las joyas



Hilos para pulir manualmente



Pulidora eléctrica



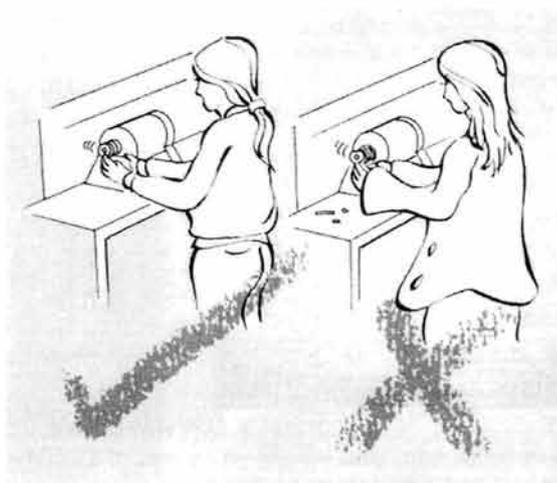
Taladro de mano con extensión flexible  
-Rotoflex-

### Observaciones

- Cabe mencionar que existen muchas pastas con diferentes componentes, de las cuales uno debe seleccionar la que mas se acerque a sus necesidades.
- Cuando lime procure solo limar aquellas zonas que lo requieran, para el resto emplee papel lija, del grano más grueso al grano más fino
- Elimine cualquier rastro de pasta o abrasivo antes de aplicar otro más fino puede lavar la pieza o retirar los residuos con un paño limpio
- El metal se aplica al disco por debajo del centro de la rueda de forma que no salga despedido; se pule desde el centro hacia afuera, en dirección a los bordes del metal.
- Los bordes no se ponen nunca rectos contra la rueda o quedarán enganchados y el metal los despedirá.
- Se usan diferentes tipos de ruedas para cada parte del trabajo, para las curvas y los ángulos rectos. Si se utiliza un disco con una forma incorrecta, las esquinas desaparecerán y se deformará el contorno.
- Una pieza que está mal lijada cambiará su forma totalmente.
- Debe mantenerse limpio el lugar de trabajo para evitar problemas en el pulido, al estar sucias las mantas por ejemplo
- La pieza deberá situarse en una posición que correspondería a la del reloj entre las 4 y las 5. No la sitúe por encima de la línea central de la manta ya que su velocidad se la arrancará de las manos.
- Sírvese de las dos manos para sujetar la pieza y desplácela suavemente hacia la zona superior y luego bajela un poco para volverla a subir.
- El tamaño de la manta varía según el trabajo, debe ajustarse al contorno del objeto y no ser demasiado grande para maniobrar adecuadamente. Si la manta es demasiado pequeña, especialmente cuando se usa fieltro, producirá ranuras en el metal.
- La presión se aplica en la manta para que el pulimento sea efectivo; la incisión del pulimento en el metal debe notarse, pero demasiada presión puede hacer que el metal se expanda debido al sobrecalentamiento, deformando la pieza, y que el producto penetre o queme la superficie del metal.
- Debe tenerse cuidado al lustrar la pieza con piedras montadas, ya que algunas no resisten las altas temperaturas y provocaría su fractura u otras simplemente se romperían por la fricción, por lo que debe tenerse mucho cuidado al pulir las zonas cercanas al montado.
- Cuando se trata de objetos sutiles o tan delicados que con la presión de la pulidora se deformarían, se les suele dar solidez mediante almáciga, estuco o el empleo de la Goma Laca que se utiliza fundida, en caliente y se vuelve a calentar para separar la pieza una vez efectuado el acabado.
- Cuando se desea proteger áreas completas debe ponerse una barrera la cual ayude a proteger la superficie que se quiere mantener intacta, las barreras pueden ser de otros metales o de algún otro material que resista la fricción (algunos emplean masking tape)



- Las operaciones que componen al acabado brillante pueden llevar más tiempo del que uno se imagina, y tiene la misma importancia que cualquier otro proceso, incluso aquí se puede estropear todo el trabajo si no se realiza con esmero.
- Con una barrita de esmeril se consigue un acabado similar a la textura de la arena
- Al pulir la cara interior de un anillo con un cono de fieltro, sujete el anillo firmemente mientras gira el cono; toda la superficie deberá quedar en contacto con éste.
- Como precaución, antes de utilizar un motor para pulir asegúrese de no llevar el pelo suelto, ropa holgada, cadenas, esclavas o anillos que pudieran atorarse con el motor, ya que le causaría graves lesiones.
- Tenga cuidado de no quemarse, después de cierto tiempo la fricción de la pieza que se pule en la maquina, puede provocar calentamiento y usted podría quemarse, procure dejar enfriar cuando sienta que la temperatura de la joya comienza a elevarse o introdúzcala en un recipiente con agua para mantenerla a una temperatura constante
- Sujete bien la pieza para evitar que el motor la arrebatte de sus manos, puede usar un soporte que le permita asir mejor la pieza
- La pieza no debe sujetarse nunca con un paño, que se podría enganchar fácilmente en el eje provocando un desagradable accidente.
- Si la pieza se engancha en la boina manta de la pulidora, déjela. Es preferible repetir el trabajo que resultar herido
- La preparación para acabar una pieza se hace mientras se está elaborando, por lo que deben evitarse las marcas innecesarias en la superficie del metal.
- Entre más definido este el reflejo mucho mejor es el lustre obtenido



Medidas de seguridad para el terminado brillante

#### *Observaciones para el acabado brillante en masa*

- Es importante conservar en buen estado las esferas y los otros bruñidores de acero, ya que es muy complicado restaurarlos o quitarles residuos o partes oxidadas, lo que se traduciría en nuevas inversiones o pérdida parcial del herramienta.
- Si las esferas y bruñidores se utilizan por periodos de tiempo semicontinuos, en los tiempos de



inactividad se tienen que mantener en el mismo tambor, bajo agua, conteniendo cantidades, aunque sean pequeñas, de productos alcalinos para lustrar, para que se conserven en óptimas condiciones.

- Si los periodos son muy esporádicos las esferas deben lavarse a profundidad, sumergirse en alcohol, secarse y untarse con aceites minerales protectores; se guardan en un recipiente limpio y seco, alejados del polvo y la humedad. En el momento en que se usen de nuevo se desengrasan, se lavan y se llenan con agua y con productos para lustrar durante al menos media hora; después del lavado están listas para usar.
- La elección del diámetro de las esferas depende del contorno o de los recamos de las piezas; las esferas deben de ser lo suficientemente pequeñas como para lustrar las partes escondidas, pero no demasiado pequeñas como para tener que transportarlas en cubos.
- Las proporciones entre insertos (conos, esferas...) y piezas a tratar se calculan en volumen y varían según la calidad de los insertos. Si son de acero deben tener entre 5 y 10 veces el volumen de los objetos; en los otros casos entre dos y tres veces.
- Es muy importante tener insertos en cantidad suficiente para mantener separados los objetos unos de otros.
- Un buen aditivo (abrasivo) para el pulido de las piezas es el jabón neutro, de preferencia que sea de buena calidad (que no deja residuos cuando se disuelve en agua)
- El tiempo de proceso empleado en el pulido de una pieza disminuye con el aumento del diámetro del tambor, del diámetro de las esferas y de la velocidad de rotación del tambor.

### *Bruñido*

El principio del bruñido es comprimir el metal, dándole un pulimento muy brillante. Se puede bruñir toda una pieza, pero a menudo sólo se hace en algunas partes que son difíciles de acceder con el motor eléctrico de mano o para realizar contrastes de textura. También se utiliza si el metal se araña al ajustar, remachar o atornillar sus partes. Es un proceso que usualmente se realiza a mano.

Es un tratamiento caro por el tiempo necesario, se limita a los metales preciosos (oro y plata), y tiende a ser sustituido por procesos más sencillos donde el tiempo y los costos sean mas rentables.

Se cree que el bruñido confiere mayor resistencia al empañamiento y a la abrasión a la superficie de los materiales. También pueden ser un control del proceso galvánico al verificar que la película se haya adherido correctamente a la superficie metálica.

Todos los bruñidores están provistos de un mango de madera y son o de acero o de piedra; los bruñidores se encuentran ya preparados en el mercado con formas comunes. Para lustrar zonas particulares o cavidades especiales se necesitan bruñidores que son construidos por los mismos joyeros.



Diferentes tipos de bruñidor

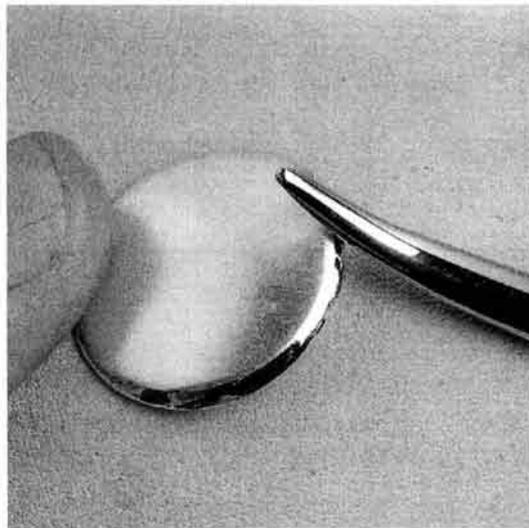


El acero utilizado debe estar muy pulido sin defectos ni arañazos. Debe ajustarse al contorno del objeto que se va a bruñir y tener bordes suavizados para no rayar el metal precioso. El bruñido se hace frotando la herramienta contra la superficie del metal en movimientos paralelos, superponiendo las pasadas.

El bruñidor de acero se utiliza como primera fase, mojado con una mezcla de agua y vinagre (entre un 10 y 30 %), como lubricante, la siguiente fase requiere el bruñidor de piedra, con una solución de agua y jabón. No se puede bruñir en seco. También se utiliza la cerveza como líquido, y algunos joyeros emplean su saliva como lubricante. Se trabaja toda la superficie poco a poco, por secciones y se cubren las marcas trazando a lo ancho líneas paralelas de la misma forma. La superficie debe estar completamente limpia. A continuación pueden utilizarse los bruñidores de piedra o se puede emplear la pulidora eléctrica para terminar de lustrar.

Cuando la superficie ha sido dorada y no soportaría la presión requerida por la piedra (segunda fase), que es superior a la empleada con el bruñidor de acero, se omite el bruñidor de piedra y se frota con piel de gamo impregnada con pasta para lustrar.

Para lustrar los bruñidores y mantenerlos en buen estado, se usa una hoja de cuero firmemente fijada a la mesa de trabajo, sobre una lámina de hierro; como material abrasivo es apto el esmeril en polvo.



Aplicación de bruñido sobre el filete

### *Acabado mate*

Una pieza con acabado mate presenta una superficie delicada para el desgaste, entre mas uniforme es, más delicada se vuelve. Para lograrlo basta una fricción con un cuerpo duro para modificar el terminado. Usualmente para lograr un terminado mate primero se obtiene un terminado brillante, el cual servirá de base y rectificador de la superficie y permitirá lograr un mateado o textura uniforme, ya que muchas veces los detalles como poros o superficies alabeadas son notorias fácilmente.

El mateado debe ser aplicado a piezas que sean o estén destinadas a un trato mucho más delicado, un uso diario aceleraría la pérdida de la textura, ya que usualmente no se pone mucha atención en un manejo delicado de la pieza que se porta. Es importante procurar hacer un par de pruebas para lograr que el mateado luzca al máximo,



ya que en ciertos momentos en vez de realzar la belleza de la pieza puede ser contradictorio y restarle belleza. Por otro lado se adquiere destreza en la aplicación de la textura lo cual garantizará un proceso controlado, y evitará estropear piezas ya terminadas. Usualmente este tipo de terminado se presenta en combinación con el terminado brillante, obteniéndose muy buenos resultados.

Los medios disponibles para obtener un acabado mate son el cepillado, el "mateado" eléctrico, la arenación, la decoración etrusca con polvillo, el uso de lijas, de lana de acero, el tratamiento con fresas o accesorios especiales. En estos últimos años se ha puesto a punto otro procedimiento por electroerosión con ultrasonido.

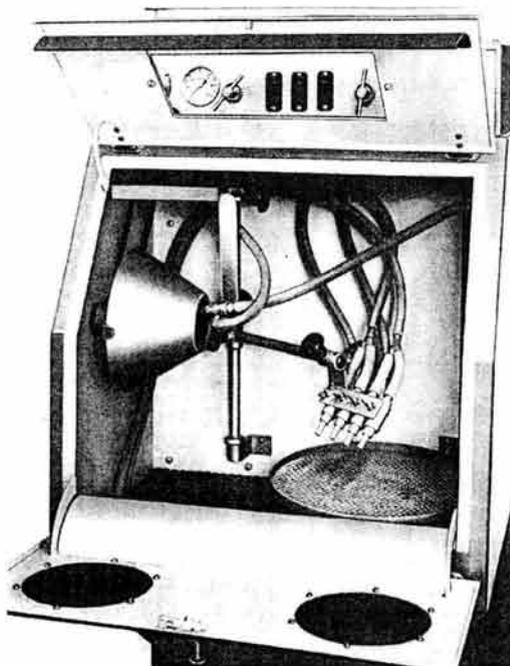
Para obtener el mismo acabado mate en las cavidades se utilizan cepillos cónicos de hilos metálicos. A mano se puede utilizar el pincel de hilos metálicos o de hilos de vidrio.

#### *Mateado eléctrico*

Hasta hace no mucho tiempo la superficie se trabajaba con un hierro plano que se hacía avanzar con mano temblorosa. Sin embargo los resultados no son tan buenos como los obtenidos por vía mecánica por medio de una punta puesta en movimiento de vaivén mediante un motorcito eléctrico; por ello, se habla también de mateado eléctrico; así hecho adopta el aspecto homogéneo del rocío.

#### *Arenado*

Una de las maneras de obtener el mateado es someter a la pieza a un chorro de arena con o sin aire comprimido (arenación), cuando no se emplea una compresora como medio de propulsión puede ser empleada la fuerza de gravedad como medio de propulsión. Como material abrasivo o arena se puede emplear vidrio triturado en pequeñas partículas. Pero debe evitarse el empleo de carborundo el cual corta el metal y deja una superficie gris, mientras que el vidrio solo golpea la superficie. Para la aplicación del terminado mate en zonas seleccionadas, se puede aplicar esmalte de uñas como mascara para las partes que se desean conservar y posteriormente se disuelve el barniz en acetona el cual no afecta el brillo o el mateado que tiene la joya.



Arenadora vista interior



Arenadora vista exterior



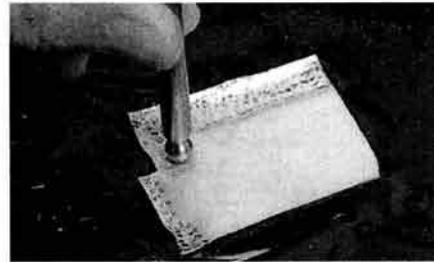
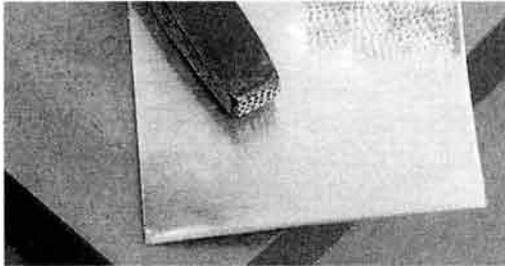
*Arenado con esferitas de vidrio.* Se puede hacer un arenado no abrasivo mediante el empleo de microesferas de vidrio. Su diámetro puede variar de 10 micras a 800 micras. Esto permite una graduación de los efectos ópticos sobre la superficie tratada. Un chorro constante de microesferas es lanzado mediante aire comprimido con presión, que puede variar hasta varias atmósferas. Se asegura que se alejan, en pocos segundos, sólo las sustancias extrañas sin extracción de metal. Así, podría tener también el efecto del endurecimiento de la superficie.

#### *Lana de acero y lijas*

Se debe procurar frotar suavemente la pieza acabada. Si se hace circularmente y hacia atrás, es probable obtener resultados interesantes. Mas o menos algo parecido sucede si se emplean lijas atadas a un vástago, el cual es montado en un taladro de mano, solo hay que cuidar que alguna parte metálica de este vástago no toque la superficie de la pieza, ya que podría marcar la pieza con rayones.

#### *Textura con punzones y martillos*

La textura también se puede conseguir batiendo un punzón con un martillo o el martillo solo. La cabeza del martillo tendrá algún tipo de textura (lo mismo que el punzón), ya sean ranuras limadas o algún dibujo en su superficie. El acabado del metal antes del texturizado depende del acabado que necesite finalmente. El batido se puede hacer después del lijado. La superficie de la textura dependerá también de si la textura del martillo es mate o brillante. El batido se hace del mismo modo que el aplanado, con la herramienta dentro de la pieza, bien encajada.



Punzones con textura y como medio de obtención de textura

#### *Textura con fibras*

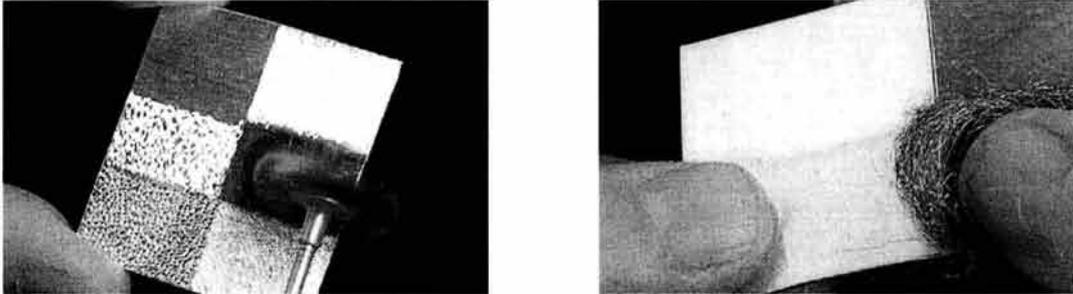
Un cepillo de latón utilizado en la pulidora dará un acabado uniforme y satinado en el metal. El cepillo debe estar bien lubricado con líquido lavavajillas y agua, o el latón rayará la superficie del metal, dejando manchas. Si se frota el metal con un cepillo impregnado en polvo de piedra pómez y agua, el acabado será mate.

Un cepillo fino de acero dará una superficie uniforme y texturizada, similar a la obtenida con el chorro de arena. Para conseguir un buen acabado con un cepillo de acero o latón, deben eliminarse todas las marcas profundas del metal. Una pieza cepillada con latón tendrá un satinado muy brillante si primero se había acabado en negro, aunque si han quedado arañazos en su superficie aparecerán resaltados; si la pieza no se había acabado en negro, los arañazos se notarán menos pero la pieza será mucho más apagada.

Las fresas odontológicas se utilizan en el rototex (motor de mano) para dar textura. Las hay en muchos tamaños



y formas, para dar texturas gruesas, finas e incluso muy finas. Las más gruesas dejan una superficie tosca que cubrirá cualquier defecto excepto los agujeros grandes; las texturas más finas no cubrirán los agujeros, pero sí los arañazos pequeños. Cuanto mejor sea la superficie más uniforme y previsible será el texturizado. Si se aplica una fresa fina a una superficie muy brillante la textura tendrá más destellos.



Aplicación de textura con cepillos y fibras

#### *Dorado por vía galvánica –proceso galvánico–*

Dependiendo del uso final de la pieza es el tipo de depósito de oro; para fines quirúrgicos o científicos la capa es gruesa, mientras que para objetos ornamentales la capa es muy delgada. Los espesores decorativos, a menudo se reducen de décimas hasta centésimas de micras. En estos espesores el metal del baño se deposita tan brillante que ya no es necesaria ninguna otra operación de avivado o de maquinado (pulido o lustrado). En otros casos, también por motivos de dureza, se deposita oro mediante codeposición de otros metales que modifican también el color amarillo del oro.

Con una misma composición de líquido es posible variar también la tonalidad del depósito, variando las condiciones del trabajo, como la temperatura o la densidad de corriente. La adición de cianuro, la agitación y la disminución de la corriente favorecen la deposición de oro. A medida que procede la electrólisis se depositan capas de oro que contienen más metal común y menos oro.

Depositando oro sobre sutilísimas capas de otros metales (como plata, cobre, latón, bronce), se pueden obtener efectos especiales y particulares. Cuidando de que la capa de oro no sea muy gruesa ya que después de cierto espesor el color se vuelve independiente con respecto a la capa inferior.

En el dorado amarillo, efectuado con oro puro, es posible obtener diferentes tonalidades de los depósitos variando la densidad de corriente: con baja corriente el oro es amarillo pálido; con corriente mayor el color es más lleno, más caliente; con corriente alta la tinta es oscura, mientras que el metal puede depositarse también parcialmente en polvo. Generalmente el avivado de los depósitos galvánicos se efectuaba con el bruñidor de acero. Se ha establecido la tendencia a usar los baños brillantes. Se utiliza el níquel en pequeñas adiciones para conferir brillo.

El dorado galvánico ha sustituido mucho a la coloración química; permite el resultado con un extenso campo de colores y además no tiene relación con el aspecto no brillante del acabado, ya que también se puede dorar con resultados brillantes.

La corriente dentro del proceso, las sales que componen el líquido dentro del cual se realiza el proceso y otros factores determinan el tipo de dorado y el resultado a obtener.

algunos ejemplos de esto son los siguientes:



### Galvanostegia de las joyas montadas

De las gemas utilizadas en orfebrería, algunas tienen una gran resistencia a todos los agentes químicos comunes, otras resisten bien las soluciones alcalinas y no los ácidos; otras los baños ácidos y no el álcali; la resistencia disminuye si los líquidos están calientes; los saltos de temperatura pueden ser peligrosos.

Cuando las joyas están completadas, con las piedras, es útil saber si es posible proceder al acabado galvánico sin peligro de dañar las gemas, o si es necesario introducir en los varios líquidos sólo la parte metálica. Esto puede volverse un problema debido a que las piedras son comercializadas de manera general y químicamente son diferentes. Sin embargo podemos decir que hay ciertas piedras que son literalmente inatacables como lo son: diamantes, los corindones (zafiros y rubíes) y el cuarzo. Estas gemas pueden sumergirse en las diferentes soluciones sin ningún peligro.

No resisten los líquidos galvánicos las perlas, los corales, el lapislázuli, la pistacita, la vesubiana, el crisolito y otras gemas. El ópalo (que es hidrato de silicio coloidal) tiende a mellarse y disolverse en los baños de desengrasado y dorado, sobre todo en caliente y así, también en los de plateado.

Un método es cubrir con esmalte resistente a los ácidos, las altas temperaturas y a la elaboración galvánica las gemas que se tengan dudas y las anteriormente mostradas, y esto no es necesario para las inatacables, ya mencionadas arriba.

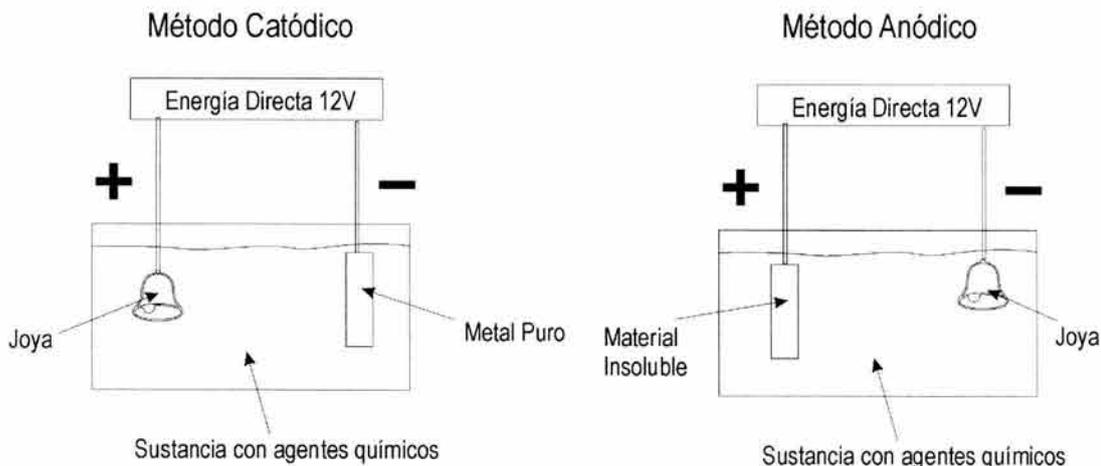
### Extracción de los depósitos galvánicos

Si se necesita es posible remover los depósitos galvánicos, a través de medios mecánicos como el pulido, por vía química y a veces por vía galvánica. La extracción de los depósitos de metales nobles no es simple y a veces es tardada

### Depósitos brillantes - Lustrado electrolítico

El lustrado electrolítico tiene la finalidad de evitar el lustre mecánico y facilita la recuperación de metal precioso. Son muy indicados para los artículos con recamos, de formas intrincadas, donde el trabajo con cepillo es largo o insuficiente, como en los trabajos de malla o en las cadenas.

## Métodos para el lustrado electrolítico





Existen dos maneras de lograr el lustrado electrolítico:

- El método catódico: el cátodo (+) corresponde a la joya y el ánodo (-) al oro puro (.999), El recubrimiento es superficial y es depositado sobre la aleación, la cual no varía, sin embargo cuando esa capa se desgasta por el uso la aleación saldrá a la luz y puede variar el tono considerablemente, con lo que muchas personas pensarán que las timaron.
- El método anódico: el cátodo (+) corresponde a una lamina de acero inoxidable, platino, níquel cromo o hierro insoluble al baño que usualmente es de cianuro, y en el ánodo (-) esta la joya, el sistema consiste en diluir la superficie un poco hasta obtener el brillo, parte del oro es depositado en el cátodo y la sustancia o líquido en el que están inmersos (baño de cianuro usualmente). Tiene la ventaja de recuperar fácilmente el oro disuelto y no cubre la aleación de la joya, lo que evita una variación del color después de un determinado tiempo de uso. En ocasiones se tiene que avivar el lustre con algún bruñidor.

Una ventaja común de ambos métodos es que el tiempo para el lustrado es el mismo, siempre y cuando el rectificador tenga la suficiente potencia. Estos tratamientos sólo tienen una finalidad decorativa, de acabado.

#### *Posibilidades del proceso de electrolisis o galvanoplastia*

Dentro de las posibilidades del proceso de electrolisis o galvanoplastia tenemos que el proceso de electrolisis nos ofrece:

- Deposito de metales sobre superficies metálicas (chapados)
- Deposito de metales sobre superficies no metálicas (electroformado)
- Deposito de metales con limite de capa protectora ( alto relieve)
- Retiro de metales para crear una forma (desbastado electrolítico)
- Retiro de algunos metales de la aleación tratada (pulido electrolítico)
- Retiro de metal de partes desprotegidas de una capa protectora (estampado)
- Formación de texturas concientes a través de errores de acabado.

Para abordar a profundidad las características de este proceso es necesario dedicarle mucho tiempo, sin embargo es un proceso del cual se pueden obtener muchas posibilidades.

#### *Limpieza*

Se utiliza un paño de franela o de piel con acabado fino (comercialmente se le llama Chamoy) para eliminar las empañaduras y las huellas de un objeto acabado, se echa el aliento y se frota con el paño. Si la empañadura es muy fuerte para eliminarla así, debe ponerse un poco de líquido lavavajillas con unas gotas de amoniaco en un recipiente y echar agua. Otra manera de realizar la limpieza de una joya es por ultrasonido.

#### *Limpieza por ultrasonido*

Se llama ultrasonido a aquellos sonidos que superan las 16 mil oscilaciones por segundo (en este punto el sonido es inaudible para el ser humano), la cual bajo el agua se representa como energía mecánica.

Esta energía mecánica ejerce una limpieza molecular que elimina las impurezas contaminantes y suciedad de las piezas o materiales que deben ser limpiados, es decir, arranca de la superficie de un cuerpo todo lo que se le



adhiera, y todo lo que no forma parte del cuerpo. A este fenómeno se le da el nombre de cavilación o limpia cavidades, esta acción puede sustituir a la acción de frotamiento que se efectúa con el cepillo; puede incluso resultar más eficaz y completa, ya que puede penetrar donde no llega el cepillito. Es por eso que los ultrasonidos se han difundido bastante. Pueden ser de baja frecuencia, de 20 a 40 kilociclos o kilohertzios, o de alta frecuencia, llegando hasta el millón de hertzios (megahertzios).

Para producir ultrasonidos se usan los transductores, que son los verdaderos transformadores de impulsos eléctricos y magnéticos en ultrasonidos, capaces de efectuar la transformación inversa.

En el desengrasado la frecuencia es baja. El intervalo más común es de 25 a 40 Khz. (kilohertzios). A 25 se producen pocas burbujas en una gran limpieza; al poder penetrar en los agujeros profundos y en las cavidades escondidas se reduce y va bien sobre partes de superficie ancha. Cuando se aumenta la frecuencia se forman muchas burbujas en pequeñas cavidades, con una mayor penetración, prefiriéndolo para pequeños agujeros, fisuras o detalles minuciosos. También es necesario que el líquido desengrasante (usualmente un detergente) sea de baja viscosidad y de baja tensión superficial, para que se favorezca la fuerza separadora, y su calentamiento de 40° a 70° C mejora la eficacia del proceso.

El tiempo que dura la limpieza es solamente de algunos minutos, aunque en ocasiones, por estar la pieza demasiado llena de impurezas, puede tardar un poco más. Es importante cambiar el líquido limpiador cuando este llegue a la saturación, lo cual es notorio al disminuir su efecto desengrasante y el color a suciedad intenso.

### Secado

Para secar los objetos se les suele sumergir en alcohol desnaturalizado y después en serrín. Este es preferible que sea de boj o de otra madera dura; un serrín así se reconoce fácilmente porque cuando se agita con agua se hunde, por lo tanto tiene una mayor densidad que el agua.

Para objetos pequeños en masa se recurre a la centrifugación con o sin penetración de aire caliente; esto no siempre es aplicable en el campo orfebre; por su elevada velocidad los objetos se deforman fácilmente.

Se aplica, con buenos resultados, el secado en tambor metálico giratorio, a pequeñas velocidades, alrededor de un eje inclinado que contiene serrín; éste se mantiene caliente con una pequeña llama de gas que roza la superficie externa del tambor.

*Para saber más...*

Para saber mas acerca de otros procesos:

Mc Creight, Tim, *Metals Technic, Maine*, 1992, Brynmorgen Press, 152 p.

Armstrong, Roger, *Beginning Jewelry: a Notebook for Design and Technique*, Belmont, 1992, Segunda Edición, Star Publishig Company, 132 p.

Si se desea saber más acerca del proceso de dorado por galvanoplastia favor de revisar:

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, Maria], Omega, 612 p.

Si desea saber algunas técnicas del manejo de piezas al momento de pulir consulte:



Armstrong, Roger, *Beginning Jewelry: a Notebook for Design and Technique*, Belmont, 1992, Segunda Edición, Star Publishig Company, 132 p.

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

Si se desea saber más sobre la elaboración de pastas para pulir se puede consultar:

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

### *Posibilidades dentro del diseño*

Una característica que tenemos similar a los artistas es que si conocemos la técnica a emplear podemos lograr una producción exitosa de las cosas que proponemos o configuramos dentro de nuestra mente, y podemos darle dos enfoques a todo esto, por un lado el poder reproducir de manera controlada una producción de cierta propuesta y cumplir con la perspectiva industrial; pero por el otro tratándose de un ramo donde la expresión juega un papel mucho mas relevante, podemos jugar con las posibilidades que nos ofrece la técnica y emplear nuestro conocimiento del proceso como un medio de expresión conciente, que puede ser muy artistico o puede mediar entre lo industrial y lo artístico según lo desee el diseñador.



## 2. Fundición por cera perdida

El proceso de fundición abarca desde el modelo en cera hasta su obtención definitiva en metal.

Este método se utiliza en piezas cuyo peso varía desde algunas décimas de gramos en la joyería hasta varios 40 kg en otros metales. Suelen tener formas complicadas y requieran de un buen acabado y precisión dimensional. Se le llama también método de la cera perdida.

Una gran ventaja del proceso, es que la pieza obtenida no presenta la marca tradicional de unión de las dos mitades. Las cantidades en que es redituable, van desde una docena hasta 100 000 piezas. Sin embargo, el método es uno de los más lentos y caros; para modificar el diseño hay que modificar el original metálico y posteriormente el hule, o en su caso el molde metálico en donde se inyecta plástico para la obtención de las piezas.



Pieza precolombina realizada en cera perdida.  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

### *Partes importantes en el proceso*

Los siguientes puntos están basados en el procedimiento descrito por Codina (1999):

- Debe partirse de un modelo original metálico, puede ser de otro material pero sólo se referirá a este por ser el más común. Este original debe tener un bebedero el cual permita la entrada de cera al obtener el hule para su inyección. (Imagen inferior izquierda)



Modelos metálicos con diferentes bebederos.  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



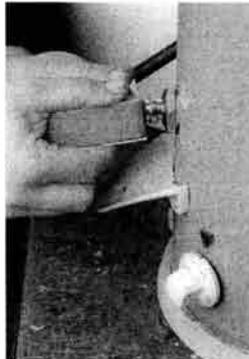
Colocación de las láminas de silicona alrededor del modelo  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



- Una vez preparado el modelo metálico se procede a hacer el molde en silicona o caucho. El material empleado puede vulcanizar con calor o a través de un catalizador dependiendo lo que se desee obtener. (Imagen superior derecha)
- Una vez abierto el molde y retirado el modelo metálico de su interior, se inyectara cera en el molde tantas veces como se desee, para hacer reproducciones idénticas al original.



Extracción del modelo metálico  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Inyección de la cera en el molde  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Desmolde la inyección de cera  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Una vez inyectadas las ceras estas se revisan y se retiran rebabas o se eliminan aquellas que no fueron inyectadas adecuadamente. Y se prepara un árbol que es un cilindro al cual se le agregan todas la inyecciones empezando por arriba y con las piezas más pequeñas, respetando un limite de ángulo menor a 45°. Las ceras no deben tocarse entre si, ni con la alguna de las paredes del cilindro que contendrá el árbol. Las ceras mas gruesas se colocan hasta abajo del árbol, cuidando los mismos detalles que las pequeñas.



Colocación del tronco del árbol  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Armado del árbol de ceras  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Una vez preparado el árbol se coloca el cilindro que contendrá al investimento (es un preparado de yeso con sílice y otros químicos) y se procede a verterlo (previamente preparado) dentro de este. El investimento tiene la función de copiar todos los detalles de las ceras.



Preparación del investimento  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Colocación del cilindro  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Vaciado del investimento  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Inmediatamente después de verterlo se procede a extraer todas las burbujas de aire por medio de una máquina de vacío, para evitar cavidades que malformen las piezas. (Imagen inferior izquierda)



Extracción del aire de los cilindros  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

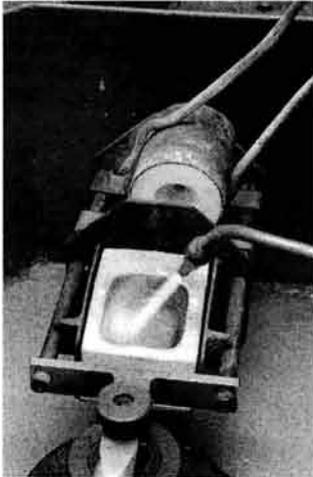


Quemado o cocción de los cilindros  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Fundición del metal en la centrífuga  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Posteriormente se somete el cilindro a un proceso de quemado o cocción que eliminara, la cera, la humedad y proveerá de dureza al investimento. (Imagen superior central)
- Mientras esto sucede la máquina centrífuga se prepara para la fundición. El metal que se empleara en el proceso es fundido (previamente aleado) dentro de la máquina unos minutos antes de salir el cilindro del horno. (Imagen superior derecha)
- Una vez que se termino de quemar el investimento, se coloca dentro de la centrífuga y se termina de aplicar calor a la aleación para que se encuentre completamente liquido al momento de iniciar el proceso de fundición. (Imagen inferior Izquierda)



Colocación del cilindro y calentamiento de la aleación  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Centrífuga en el momento de la fundición  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Ya que se tiene listo el metal, se libera el mecanismo de la centrífuga y el metal sale disparado del crisol donde se fundió para rellenar las cavidades dejadas en el investimento por las ceras. (Imagen superior derecha)
- Una vez inyectado el metal, se deja reposar el cilindro unos instantes y se introduce en agua fría para que se rompa con el choque térmico y puedan retirarse las piezas.



Momento de ruptura del molde al someterse al choque térmico  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Se limpia el árbol, ahora metálico –oro o plata-, de todo residuo de investimento y se blanquea en ácido diluido, dependiendo si se trata de oro o de plata será el ácido que se emplee



Árboles de oro y plata respectivamente  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



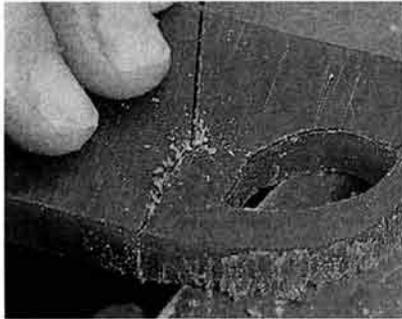
Corte de vertedero con una cizalla  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Corte del vertedero con segueta  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



- Una vez limpio y blanqueado se cortan las piezas eliminando el hito o canal de alimentación
- Se liman las piezas para eliminar rebabas y excedentes de vertederos y se lija para darle el terminado deseado.



Corte de la cera para comenzar a modelar vaciarlo

-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)



Limado de la cera para obtener el modelo

-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)



Terminado del modelo para después

-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1998)

#### *Tipo de producción que proporciona el proceso*

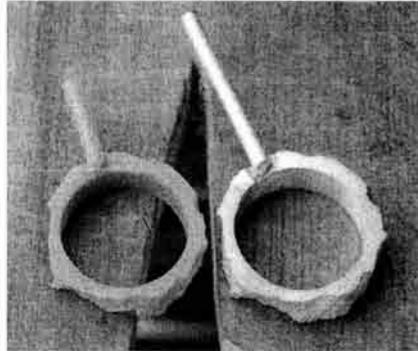
Este proceso se complementa con algunos pasos más como terminado o con la combinación de algunos componentes de elaboración a mano, sin embargo podemos decir que nos provee desde una producción baja, una media o una alta según se desee. Solo es necesario disponer de algunas máquinas en determinadas partes del proceso y podemos llevar a acabo altas producciones. Efectivamente es el proceso más caro pero puede llegar a ser bastante rentable si se realiza en forma masiva.

#### *Aplicaciones*

Dentro de los objetos que se pueden realizar por medio de este proceso tenemos: anillos, broqueles, aretes, arracadas, pulseras, componentes de sujeción, pendientes, dijes, etc. En realidad cualquier joya es susceptible de fabricarse, siempre y cuando quepa dentro de los cubiletos o cilindros y permita el libre paso del metal a todas y cada una de sus partes. Incluso pueden tenerse piezas combinadas bajo este proceso y algún otro, por ejemplo una bisagra de tubo con dos piezas obtenida en cera perdida, según lo que se desee obtener de nuestro diseño. Este es el proceso mas difundido en los joyeros nacionales, ya que una vez obtenido el caucho pueden obtenerse las piezas que se deseen, sin embargo si sólo se desean hacer un par de joyas no es recomendable.

#### *Observaciones.*

- Debe evitarse las laminas menores a 6 décimas de milímetro, ya que pueden representar un problema al extraerse el modelo del hule.
- La contracción que sufre la pieza desde el original hasta su obtención después de la fundición puede variar considerablemente entre 3 y 11%, según la manera en como se lleve a cabo el proceso.
- Este proceso puede realizarlo alguno de los tantos maquiladores que existen en el país, por lo que no es necesario contar con todo el equipo, incluso se pueden asignar a su fabricación ciertas partes del proceso según se desee y se requiera.
- Cuando se calcula la cantidad de metal a emplear en la fundición se debe calcular no sólo el peso de la pieza, sino los canales de alimentación y el eje del árbol, mas un 20% más para efectos del vertedero, esto evitara que falte material durante el proceso.



Cambio dimensional del original metálico a la cera inyectada en el molde  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

*Fuentes a consultar:*

Para conocer más sobre el proceso se puede consultar:

Codina, Carles, La joyería, Barcelona, 1999, Parramón, 160 p.

McGrath, Jinks, The Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques, Londres, 1995, Running Press, 176 p.

McCreight, Tim, The Complete Metalsmith, Massachusetts, 1991, Davis, 192 p.



### 3. Troquelado

Este proceso está enfocado principalmente a la conformación de los metales en frío, para ello se emplea la prensa que es usada en la mayoría de las operaciones. Se entiende por prensa toda máquina que es capaz de proporcionar un impacto seco e instantáneo, aprovechando la energía cedida por la misma para transformar mediante un útil una superficie metálica plana en una pieza de perfil previsto y definido, como en el punzón, u obtener como en el caso de la embutición, estirado o extrusión<sup>50</sup>

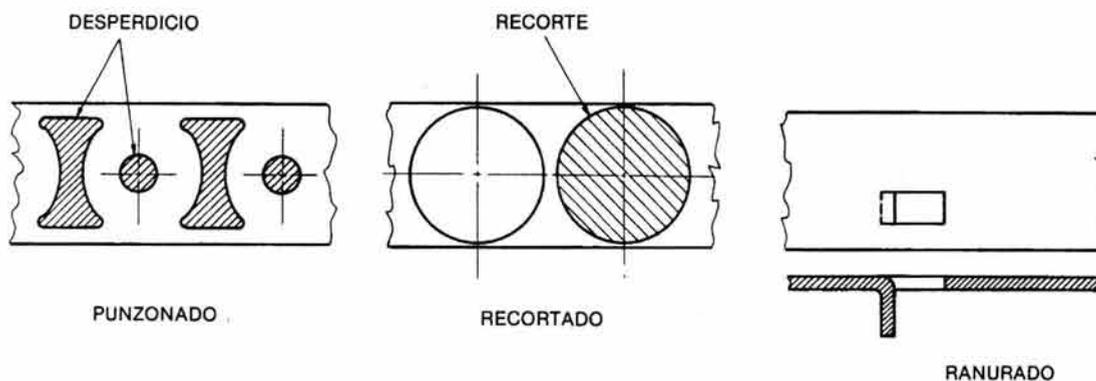
El hecho de que la prensa pueda emplearse con diferentes matrices y punzones hace que la máquina sea muy versátil y pueda emplearse en muchas operaciones. Lo cual puede ser benéfico para producciones pequeñas ya que se emplean tiempos cortos en la producción. Cualquier producto fabricado en lámina que no requiera gran precisión dimensional puede ser fabricado con esta máquina de manera económica

Las siguientes acciones son algunas de las operaciones que se pueden realizar con la prensa y que tienen que ver directamente con el troquelado. Esta descripción fue tomada del libro de Procesos de manufactura<sup>51</sup>

#### Punzonado

Algunas veces denominado perforado. Consiste en hacer un agujero (a menudo redondo, no obstante, es posible punzonar cualquier forma) en el metal.

El punzón también es empleado como método de estampado<sup>52</sup>. Consta de un macho y una hembra y puede estar montado en una prensa o estar configurado de tal suerte que se emplee un mazo para su uso.



#### Recorte

Consiste en cortar el contorno completo de la pieza con una carrera sencilla de la prensa. Se produce una tira de desperdicio, denominada en ocasiones esqueleto.

#### Ranurado

Consiste en hacer cortes incompletos en una lámina. Se puede hacer con el fin de formar o cortar una parte de la pieza de trabajo para que el recorte del contorno resulte más fácil de realizarse.

<sup>50</sup> Definición de: Schärer Säuberli, Ulrich, *Ingeniería de manufactura*, México, 1984, Continental, 1a edición, 735p

<sup>51</sup> Schärer Säuberli, Ulrich, *Ingeniería de manufactura*, México, 1984, Continental, 1a edición, 735p.

<sup>52</sup> Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

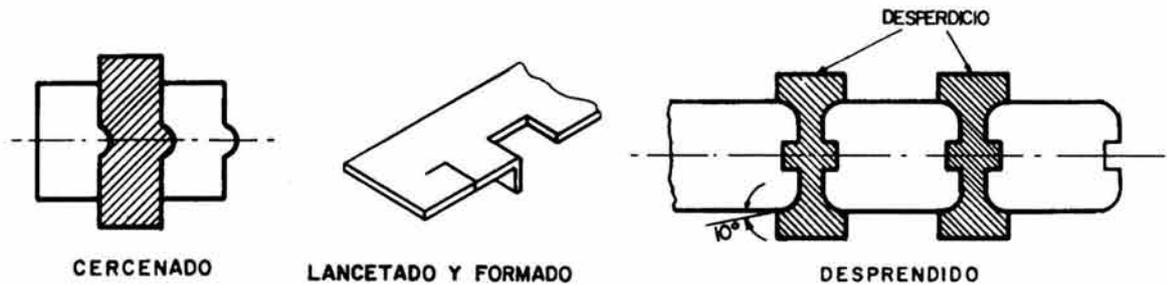


**Cercenar**

Significa cortar toda la forma de las piezas a través de la tira, separándolas posteriormente. No hay metal removido durante la operación y el corte puede efectuarse en cualquier forma.

**Desprender**

Semejante al cercenado, produce desperdicio. Se utiliza cuando el recorte no tiene formas apareadas.



**Lancetado**

Se le llama a la operación de punzonar parcialmente un agujero o una sección de lámina, para después practicarle un doblé. El lancetado usualmente se hace para liberar una sección de la pieza de tal manera que se pueda plegar o doblar.

**Formado**

Significa doblar una o más cejas en la pieza o proporcionarle una forma relativamente superficial, esto se puede hacer ya sea, antes o después de recortar la pieza de la tira.

Todas las operaciones ya descritas se pueden hacer indistintamente, en la tira o en piezas separadas denominadas recortes. Las siguientes cinco operaciones se ejecutan únicamente en piezas individuales, las cuajas pueden haber sido punzonadas y recortadas en una operación previa. las piezas pueden alimentarse manual o automáticamente.

**Estirado**

Es una operación de alargamiento la cual delinea el recorte en varias formas con cavidades.



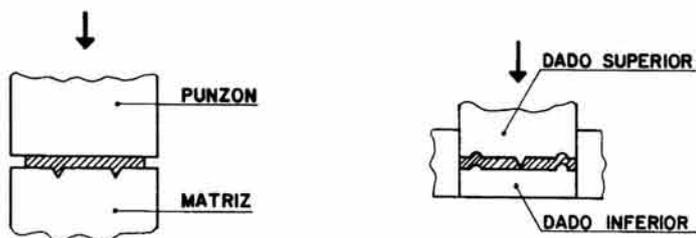
**Desbarbado**

Es la eliminación de barbas o excesos de metal en torno de las aristas de una pieza. Además, es un proceso de acabado o de ajuste de dimensiones, en el cual se retira poco material. Las piezas grandes se pueden recortar con un dado Brehn, el cual se mueve alrededor cortando en los cuatro lados.



### Acuñaación

Es una operación de compresión utilizada para imprimir una figura con relieves. En esta operación se emplea un dado cerrado. La monedas y vajillas obtienen sus diseños impresos de esta forma. La figura de la página siguiente muestra la acuñaación



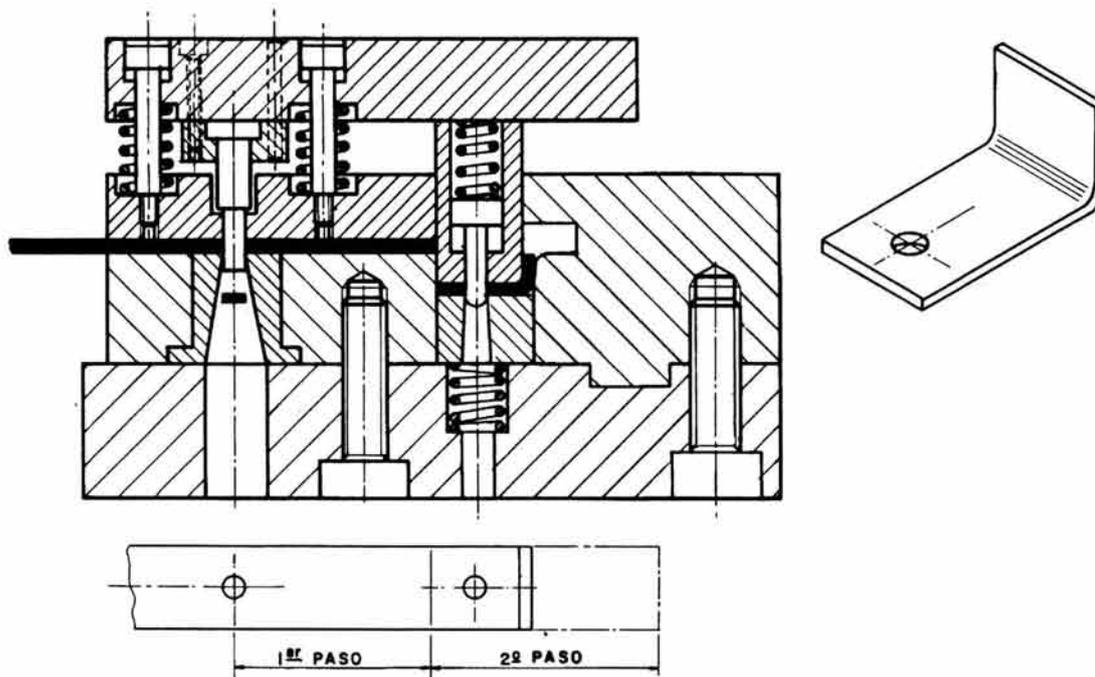
ACUÑAACION (REDONDA O DE CUALQUIER FORMA)

### Grabado

Semejante a la acuñaación, emplea la misma serie que el dimensionado, que significa prensar una pieza para darle su forma más exacta.

### Rasurado

Se utiliza algunas veces para alisar los filos rugosos y eliminar rebabas a menudo causados por la operación de recorte. Solamente unas cuantas milésimas de milímetro son removidas del contorno de la pieza por los dados, una aplicación típica es el rasurado de engranes para relojes.



Troquel con varias acciones para el conformado de una pieza



### *Utensilios importantes en el troquelado*

Los utensilios empleados en el troquelado tenemos:

- Prensa. La prensa va apretando de manera gradual la fuerza hasta que el metal se vuelve plástico y puede adaptarse al espacio existente entre la parte inferior (hembra) y el contramolde (macho). La prensa puede funcionar a mano o con motor.
- Troquel. Es la parte que soporta y contiene las diferentes herramientas, puede decirse incluso que también es la herramienta con que se realiza el conformado, sin embargo esta toma un nombre diferente según la acción que realiza, Así tenemos una serie de acciones que se realizan con la prensa las cuales son:
  - Punzonado
  - Recorte
  - Ranurado
  - Cercenado
  - Desprendido
  - Lancetado
  - Formado
  - Estirado
  - Desbarbado
  - Acuñado
  - Grabado
  - Rasurado

En el caso de punzones manuales, los cuales son golpeados por una masa (martillo o mazo), los moldes deben ser hechos de un metal con características mecánicas específicas, para prolongar lo mas posible su duración ya que con el tiempo se descalibran los modelos o se deforman resultando un mal estampado. Este proceso es lento cuando se realiza de esta forma con lo cual al emplear prensas el proceso se agiliza y se vuelve conveniente para producciones en serie.

- Chapa o lámina. Es la presentación del material del que se parte para el conformado del producto y el cual es factor determinante para el diseño del mismo herramental que deberá fabricarse en función de dicho espesor, para brindar condiciones optimas de trabajo.

### *Tipo de producción que proporciona el proceso*

Este proceso esta enfocado básicamente a un proceso de alta producción, sin embargo es posible encontrar herramental que realice las funciones o actividades del troquel de manera manual, por ejemplo un punzón es posible encontrarlo manual en donde en vez de ser aplicada la fuerza por medio de una prensa, se realiza por medio de un martillo (el artesano es el que imprime su propia fuerza física). Pero esta dedicado parcialmente a la conformación de una joya, mientras que el troquel lo que busca es de una manera automatizada obtener productos completos o con posibles procesos posteriores, siendo básicamente procesos de ensamble o terminado de la pieza.

### *Ejemplo.*

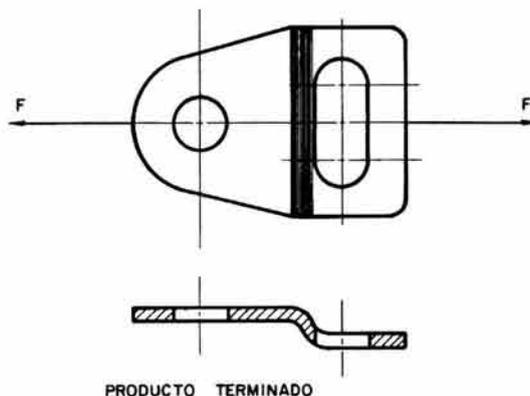
En la siguiente hoja se encuentra una ilustración que permitirá ejemplificar el desarrollo de una tira progresiva que dará como resultado un remate rustico, así mismo se ejemplifica el calculo para dimensionar la tira y los troqueles.



### Aplicaciones.

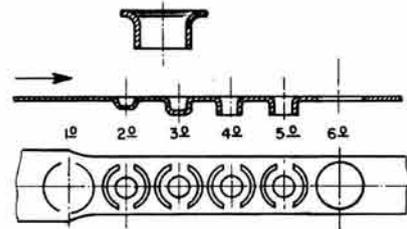
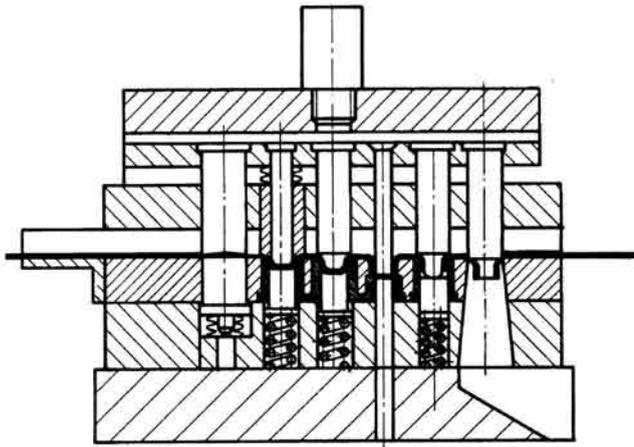
El troquelado se emplea para realizar muchos productos tales como: tapas, soportes, recipientes, acuñación de monedas en plata y oro, algunos cubiertos para mesa, etc.

En la joyería es empleado para fabricar: Esclavas, sistemas de sujeción, aretes, pendientes, dijes, y otros productos más.



### Observaciones.

- Una de las características que debe aprovecharse es el manejo de espesores pequeños en las laminas o chapas que conformaran el producto.
- No hay que olvidar que las maquinas no pueden realizar todas las formas concebidas, lo importante es que el diseñador cree las formas deseadas a partir de la maquinaria que se tiene a la mano, explotándolo al máximo.
- Para la planeación del objeto puede partirse de un objeto armado de múltiples partes, las cuales serán producidas con este proceso o complementado de tal forma que solo se realice un armado para obtener el objeto final. Se puede incluso estandarizar partes que se presenten en diferentes joyas, como es el caso de los broches o sistema de sujeción.
- El terminado de la pieza es superior que en el proceso de cera perdida, ya que comprime los granos del metal y ayuda a eliminar los poros que muchas veces aparecen en el proceso de vaciado que antecede al formado de la chapa. Logrando con ello una calidad mayor.
- Deben tenerse bien limpios los moldes ya que se pueden producir malos grabados o un defecto en el corte.
- No hay que olvidar que el estampado del metal es un sinónimo de embutido por lo que es posible realizar un embutido en un troquel progresivo justo como se ilustra en la imagen de la página siguiente



- 1er PASO.—CORTE PARA MANTENER CONSTANTE EL ANCHO DE LA TIRA
- 2º PASO.—PRIMERA EMBUTICION
- 3er PASO.—SEGUNDA EMBUTICION
- 4º PASO.—RECORTE DEL AGUJERO
- 5º PASO.—ESTIRAMIENTO Y CONICIDAD DE LA PARTE SUPERIOR
- 6º PASO.—SEPARACION POR CORTE

Troquel progresivo para embutir

### Fuentes para saber más

Para el proceso de troquelado, cálculos, maquinaria y detalles al respecto:

Formación profesional y cultural técnica FPCT, *Trabajos de chapa*, Barcelona, 1975, Gustavo Gili, [tr. Amorós Massanet, Antonio]

Schärer Säuberli, Ulrich, *Ingeniería de manufactura*, México, 1984, Continental, 1a edición, 735p.

Para ver el antiguo moldeado, en donde se presenta un primer troquel aplicado a la joyería y el empleo de otras maquinas en el conformado antiguo, se ven ejemplos del troquelado de anillos y de pulseras:

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.



## VI. OTROS PROCESOS

### 1. Procesos Complementarios -Engastado de piedras-

Las piedras han constituido desde siempre la esencia de la joyería, con el fin de ser mostradas surgió la técnica del engastado, como una especialización consistente en el montaje de las mismas sobre sus monturas. El montado de piedras ha sido parte integrante del oficio. Sin embargo en la actualidad es un trabajo tan especializado que prácticamente constituye un oficio independiente, lo que supone un inconveniente al estar desligado de la construcción de la joya, ya que pueden deformar o variar el concepto inicial de la misma, lo cual puede ser desastroso para la integración conceptual de todo el conjunto.



Arete de esmeraldas, en oro blanco, con engaste de carril  
-Diseño de autoría propia (2002)-



Anillo de diamante, oro amarillo engaste tipo boquilla parcial.  
-Diseño de autoría propia (2000)-

Codina (1999) describe el proceso de engastado como:

"El engastado parte de dejar unas décimas de metal sobrante en la parte superior de la montura, con el fin de apretarlo y cerrarlo encima de la piedra, y evitar así que esta pueda caerse; por ello es imprescindible que la piedra ajuste en la boca y que la cantidad de metal sea la suficiente, pues ello permitirá realizar los ajustes con comodidad"

Las piedras empleadas en joyería son llamadas piedras preciosas, los factores que inciden son su belleza y la rareza o dificultad para encontrarlas en la naturaleza. Estas piedras pueden estar labradas o taladas o pueden presentarse con una configuración amorfa, sin ninguna modificación alguna. El tipo de engastes que veremos en este trabajo están más enfocados a piedras talladas, en especial para aquellas tallas más comunes.

Entre los tipos más comunes de tallas o cortes encontramos: el corte redondo brillante (que es la más común en los diamantes), corte tipo esmeralda, corte marquesa, corte pera, corte corazón, corte oval y corte princess. Existen otros que no son propiamente cortes o tallas, pero si esta trabajado por el lapidario y son precisamente las piedras cabujón entre las mas comunes son la oval y la redonda. Existen otros tipos de cortes pero suelen ser raros o difíciles de encontrar, muchos de ellos solo se realizan bajo pedido.



Diferentes formas en el tallado de piedras preciosas



### Partes importantes en el proceso

#### Montura de uñas a partir de un tubo

- Primero hay que cortar una sección de tubo del cual se hace un cono por medio de un abocardador, golpeándolo se abrirá poco a poco.
- Una vez que se tiene la boquilla se traza con un marcador el diseño que tendrán las uñas, pudiendo llevar un calado intercalado entre cada una de las uñas. Basta con que sean al menos tres uñas para sostener una piedra, sin embargo se recomienda que se realicen al menos 4 y que sea simétrica la pieza para mantener una mejor fijación en la piedra.



Trazado de las uñas de la boquilla  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Trazado del diseño de la boquilla  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Trazo de detalles calados dentro del diseño  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-

- Posteriormente se procede a calar el diseño de las uñas y la montura
- Una vez que se cala se termina el trabajo afinándolo con la lima para retirar rebabas y darle la forma final a las uñas
- Por último se procede al montado de la piedra por medio de un buril el cual nos servirá para fijar la pieza.



Calado de la boquilla  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Relimado y terminación del diseño  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Montado de la piedra en la boquilla  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-

#### Engaste de carril o riel

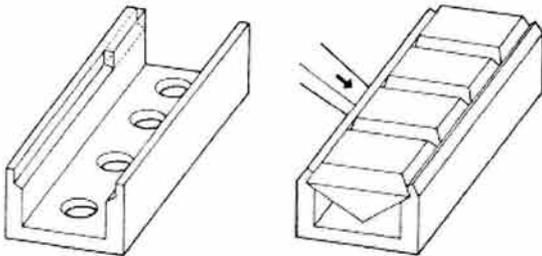
Este tipo de engaste o montado se realiza cuando hay que colocar muchas piedras del mismo tamaño en posición lineal. Las piedras deberán ser del mismo tamaño o estar calibradas con lo cual se asegura que no se desprenderán ya que la montura es la misma para todas.

Codina (1999) describe el proceso de la siguiente manera:

"...consiste en rebajar, primero con una fresa de bola, y seguidamente con los buriles, toda la pared interna del carril. Se acaba de ajustar el asiento con el buril adecuado y se lima un poco el exterior de la montura, para eliminar algo de metal. Seguidamente, se coloca una primera piedra y se cierra el metal con el empujador, hasta fijarla; este proceso se repite en las sucesivas piedras, procurando que las distancias entre ellas y la altura sean las mismas. Una vez que están todas las piezas colocadas, se



golpea con le martillo percutor y se liman, esmerilan y pulen las paredes de la montura, intentando obtener un brillo uniforme."



Esquema de un engaste de carril  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Diamantes corte redondo brillante engastados en carril  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

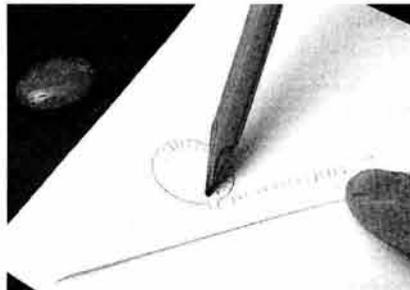
### Montado para una piedra en cabujón

Para obtener una montadura para una piedra cortada en cabujón se siguen los siguientes pasos, que están basados en descripciones de McGrath (1995):

- Primero se calca la silueta de la piedra en un papel, lo cual nos precisara la forma y el tamaño que tiene esta.
- Posteriormente se corta un papel y se le realiza una pequeña escala o regla, la cual nos servirá para obtener el perímetro real de la pieza y hacer el filete o cintilla.
- Una vez que se tiene la longitud, se corta un hilo o lamina al tamaño. Este se rectifica directamente con la piedra para asegurarnos que es la medida correcta , posteriormente se suelda.



Trazado del contorno de la piedra  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Obtención del perímetro de la piedra  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Cintilla metálica al diámetro de la piedra  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Asentamiento de la cintilla, ambos lados  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Soldado de la cintilla a una placa  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Calado al exterior de la cintilla  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



- Se asienta el filete por ambos lados, empleando una lima plana
- Esta cintilla una vez asentada se suelda a una placa, asegurándonos que la soldadura quede bien aplicada y sin excesos, en especial en el interior, asegurando con ello un excelente ajuste de la piedra.
- Posteriormente se cala el excedente que se encuentra fuera de la cintilla
- Una vez calado se lima y lija hasta obtener una superficie pareja y sin detalles



Se liman los excedentes de metal  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



Se coloca la piedra y se comienza a fijar  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-

- Ya lista la boquilla o montura se fija y suelda donde se desee, para posteriormente introducir la piedra con un buril, el cual nos permitirá acercar el metal que se encuentra alrededor de la pieza
- Cuando se termino de acercar el metal, se suaviza el contorno del filete con un bruñidor curvo para terminar de ajustarlo y pegarlo lo mas posible a la piedra y entonces esta quede bien fija.
- Por ultimo se limpia la parte superior del filete con el fin de quitar rebabas y excedentes de material al momento del ajuste.



Se pasa un bruñidor por el borde de la boquilla  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-



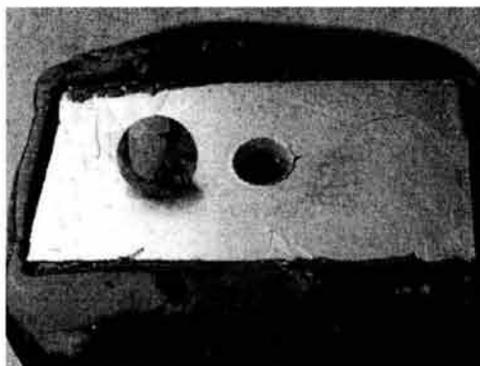
Se rectifica el filete con un buril recto  
-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1995)-

### Engaste o montado a grano

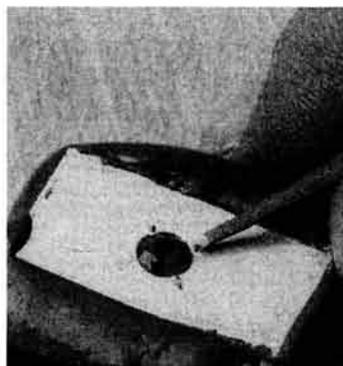
El proceso consiste en levantar una uña (por lo regular 4, pudiendo ser mínimo 3) de metal de la superficie, por medio de un buril, y situarlo sobre la piedra con una forma de grano obteniendo con ello fijar la pieza.

La siguiente descripción del proceso esta basado en el texto de codina (1999):

- Se realiza un barreno con una broca muy cercano al diámetro de la piedra que se desea montar, posteriormente con una fresa del mismo diámetro de dicha piedra, se ensancha el barreno, de forma que la piedra ajuste perfectamente en el interior del mismo quedando casi al ras de la superficie del metal.

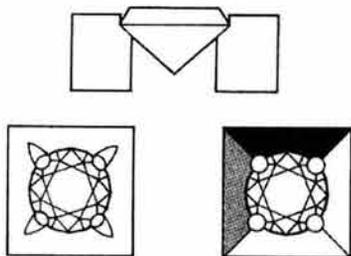


Se hace un barreno cercano al diámetro de la piedra  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Con un buril de remueve metal hacia la piedra  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

- Con un buril en forma de uña se levanta un grano en cada extremo (en la imagen son 4 pero pueden ser hasta 2). El buril se clava en el metal presionando hacia la piedra; se debe levantar una uña de metal mediante un movimiento de abajo hacia arriba, hasta depositar el metal levantado encima de la piedra
- Una vez levantado el grano, mediante un buril plano se elimina la línea dejada por el corte del paso anterior, dando como resultado una forma cuadrada con la piedra al centro.
- Posteriormente con una graneteadora, de un tamaño equivalente al grano levantado, se redondea levemente haciendo movimiento giratorio, rectificando el grano hacia una forma semiesférica.
- Por último se puede terminar el cuadrado perfilando el exterior de éste.

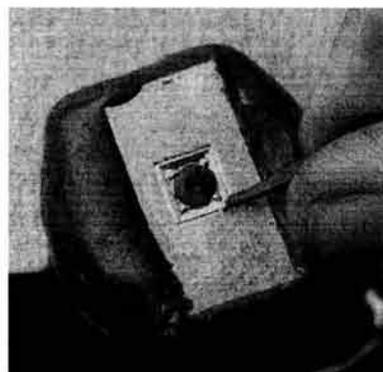


Remoción de las marcas de corte  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Redondeado del grano

-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



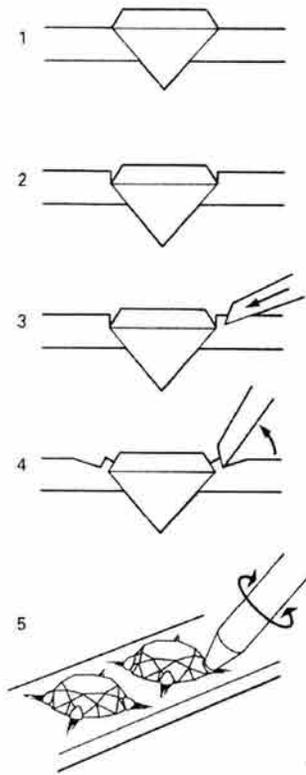
Perfilado del exterior del cuadrado

-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

## Pavé

El pavé da la apariencia de que toda la superficie esta repleta de diamantes o de piedras. Esta técnica suele ser muy empleada cuando se montan varias piedras en una superficie determinada.

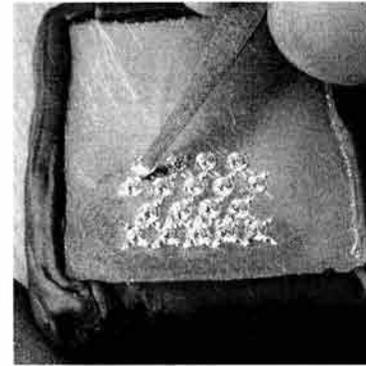
La técnica es muy similar a la de grano vista arriba, sin embargo se debe cuidar que las piedras a montar queden bien asentadas, al nivel de la superficie del metal. Por otro lado entre piedra y piedra se realizan granos decorativos con el fin de realzar aun más la superficie.



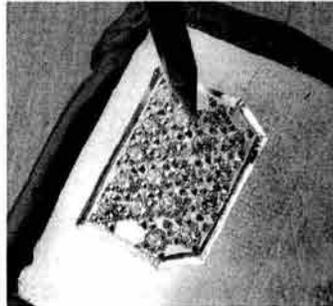
Esquema del proceso pavé  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



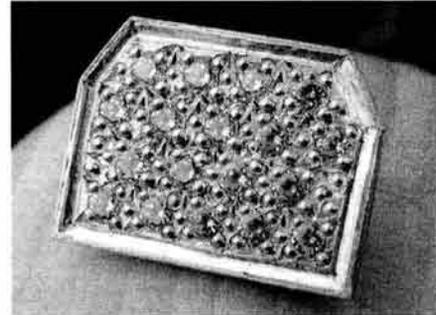
Asentamiento de las piedras en la lámina  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Levantamiento de grano para las piedras.  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Redondeado del grano  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



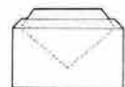
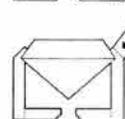
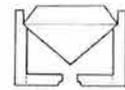
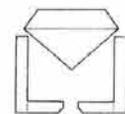
Vista final del pavé, con granos decorativos  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

### Montado en boquilla o en tubo

Es uno de los engastes que se emplea dentro de los anillos en especial los de compromiso, pudiendo llegar a ocultar detalles de la piedra y hacerla parecer más blanca o carente de color si se emplea oro blanco.

El procedimiento es el siguiente:

- Partiendo de un tubo o boquilla que se acerca mucho al diámetro de la piedra que se desea montar, se emplea un buril o una fresa para desbastar el interior, de tal manera que la piedra quede bien asentada dentro de esta cavidad.
- Una vez que se coloca la piedra y se encuentra bien asentada, se lima el canto exterior del tubo
- Posteriormente se emplea un martinete o empujador (puede ser un buril sin filo), para cerrar la boca del tubo sujetando con ello la piedra.
- Posteriormente con un buril plano se quita toda rebaba o se termina de remarcar el contorno, con el fin de hacer lucir más la piedra. Y puede emplearse un bruñidor para abrillantar el área de la boquilla recién ajustada.



Esquema del montado en boquilla  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



## Sobre piedras preciosas

El campo de estudio de las piedras preciosas es muy amplio, su selección clasificación, compra y venta requieren de una experiencia basta, por lo que no se pretende abordar en el presente trabajo. Sin embargo se considera importante su estudio para poder seleccionar la piedra adecuada para el diseño o concepto que se propone.

De las piedras que más son empleadas en México tenemos: los diamantes en diferentes calidades y tamaños, los rubíes, los zafiros y las esmeraldas de diferentes procedencias. La zirconia y piedras sintéticas son las más empleadas en joyería económica, no obstante se recomienda el empleo de piedras naturales ya que mantendrá un mayor el valor de la joya, por lo que no se devaluara su costo al momento de revenderla.

Se debe tener sumo cuidado en la elección y compra de una piedra ya que la imitación y las piedras sintéticas suelen ser a veces confundibles con las naturales hasta para una persona con una basta experiencia, los detectores de diamantes muchas veces son burlados por piedras elaboradas en laboratorios clandestinos pero con una carga tecnológica fuerte.

### *Tipo de producción que proporciona el proceso*

El montado aun que se realiza la mayor parte de las veces a mano, puede acomodarse a cualquier tipo de producción, el número de montadores destinados se aumenta y se optimizan tiempos, logrando realizar grandes producciones. Lo importante es tener claro que se desea y tomar las direcciones adecuadas para optimizar los procesos. Por lo cual este proceso puede ser desde nivel artesanal a grandes producciones. Ya para una producción masiva y automatizada se emplean piedras que van colocadas desde el proceso de cera perdida, y montadas justo antes de realizarse el proceso de fundición.

### *Aplicaciones*

Las joyas donde puede aplicarse el montado de las piedras van desde un arete, broqueles, pendientes, dijes, hasta las piezas más elaboradas jamás imaginadas. Prácticamente la limitante es la imaginación del diseñador y la disponibilidad de la materia prima. Por ello es de vital importancia conocer los tipos de montado y un poco sobre piedras con ello los diseñadores podrán proponer un sinfín de propuestas de joyería nuevas y diferentes a las existentes en el mercado.

### *Observaciones*

- Para la estructura de la montura no hay límites ni normas fijas, dependerá del gusto del diseñador y en especial el concepto que desee plasmar.
- No siempre se necesita de un tubo o boquilla, este puede ser sustituido por un hilo rectangular el cual es sometido al mismo proceso, obteniendo una montura diferente derivada de la primera.
- Lo mismo sucede con un engaste de carril, puede adaptarse para que solo sea una piedra la que se monte y pueden lograrse conceptos diferentes y hasta audaces, según el diseño.

### *Fuentes para saber más.*

Para conocer mas sobre piedras preciosas y sus características:

Hall, Cally, *Identificando piedras preciosas*, Barcelona, 1999, [tr. Alcaina Pérez, Ana], Zendrera Zariquiey, 80p.

Schumann, Walter, *Gemstones of the World*, Nueva York, 1997, Sterling, 271p.

Casobó, Juan, *Manual del joyero*, Buenos Aires, 1999, Tercera edición, Albatros, 428p.



## 2. Procesos Artesanales

### Alto y bajo relieve

En la conformación de una joya podemos encontrar el uso de técnicas que permiten el juego de niveles a partir de una superficie (alto y bajo relieve), lo cual se convierte en un medio de expresión poderoso con una gran cantidad de posibilidades artísticas.

El alto relieve se refiere a las áreas o zonas que sobresalen de la superficie, las áreas que se encuentran hundidas bajo la superficie representan al bajo relieve (recuérdese que en ningún momento la superficie es perforada sólo ahuecada por así decirlo). En la joyería la conformación de ese alto o bajo relieve muchas veces se relaciona con el grabado, mientras que otras veces se relaciona con incisión en los metales.

Veamos una definición de grabado:

"El grabado, un sistema de herir la superficie del metal para conseguir zonas ornamentales.."53

y el de incisión

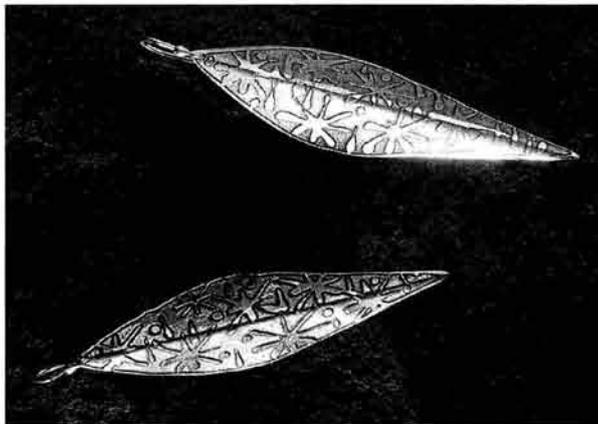
"La incisión es un dibujo en un cuerpo, que se vuelve indeleble por la extracción de material..."54

Estas definiciones se refieren básicamente a la remoción de material para la creación de un bajo relieve sin embargo si ese material superficial es en su mayoría es removido podemos decir que se convierte en alto relieve. Por lo tanto podemos decir que si es alto relieve hay una cantidad de material que sobresale de la superficie y si es bajo relieve se refiere a la cantidad de material hendido en una superficie, sin olvidar que podemos encontrar un termino intermedio con altos y bajos relieves.

### Grabado al ácido o aguafuerte (Proceso químico -bajo relieve-)

Es un proceso mediante el cual se remueve material por ataque de un compuesto químico sobre una superficie o lámina. Se usa con frecuencia para preparar un esmaltado, fundir en frío materiales acrílicos o para la decoración general de una superficie. La parte que se desea conservar es protegida por medio de una película, esmalte o sustancia resistente a l ácido que se emplea en la remoción de material.

En el sector de metal mecánica o la industria de los aceros se le llama troquelado electroquímico y es empleado para el recorte de figuras en láminas muy delgadas. Las configuraciones obtenidas pueden ser simple o complejas.



Pendientes grabados al ácido. Jenny Turtill  
-Imagen tomada de Mc Grath (1998)-

<sup>53</sup> Montañés, Luis, Joyas, Madrid, 1987, Anticuaria, 272 p.

<sup>54</sup> Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, Maria], Omega, 612 p.



Las etapas fundamentales del troquelado electroquímico son cinco:

1. *Preparación del dibujo*

En esta etapa se realiza un dibujo a gran escala de la figura que se desea obtener. Generalmente, las medidas del dibujo son de 3 a 100 veces mayores que las medidas de la figura original; la escala empleada dependerá de las tolerancias, espesor de la lámina y otras consideraciones, tales como disponibilidad de una cámara para operar con un rango particular de medidas de los dibujos.

2. *Fotografiar el dibujo*

El dibujo preparado en la primera etapa se reduce fotográficamente a las medidas finales. Esta operación puede hacerse en una filmina o en una placa de vidrio, es posible colocar una o más imágenes. En algunos casos, las imágenes producidas fotográficamente constituyen las figuras maestras para la producción de la pieza.

3. *Preparación del metal*

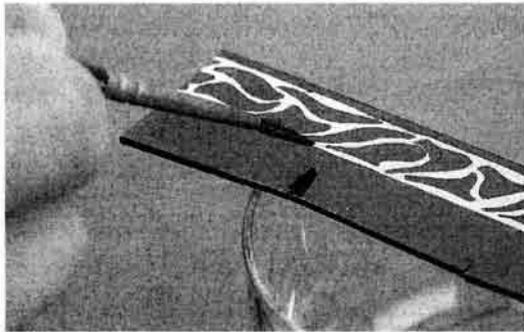
La lámina se limpia perfectamente, dejándola libre de grasa, huellas digitales y otros contaminantes. Cuando el metal esta completamente limpio, se cubre con una capa de material fotosensible llamado "fotoresist". Después, se permite que seque completamente.

4. *Revelar el "fotoresist"*

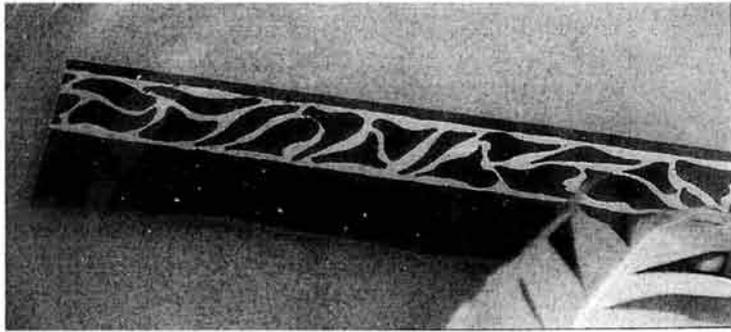
La capa de "fotoresist" (seca) se expone a radiación ultravioleta, estando en contacto con la fotografía maestra obtenida de la segunda etapa. Las áreas claras de la fotografía maestra permiten el paso de la luz hasta el fotoresist, con lo cual éste permanece blando en dichas áreas. Dentro del mismo revelador, la lámina se lava, disolviéndose el fotoresist de las áreas no expuestas a la luz y permaneciendo en aquellas áreas que sí han estado expuestas. Como resultado de estas operaciones, sobre la lámina queda una capa dura y resistente al ataque químico.

5. *Grabar la lámina*

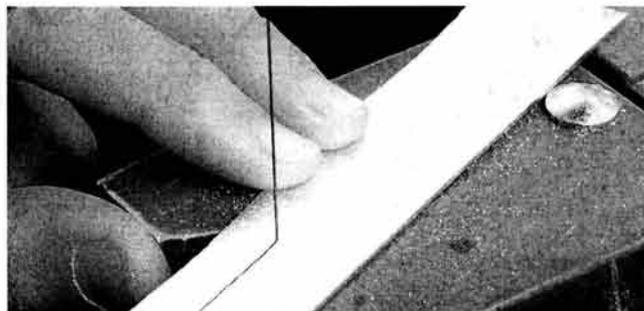
Mediante una sustancia química se disuelven las porciones del metal que no están protegidas por el fotoresist. La aplicación del compuesto químico puede hacerse por aspersión o por inmersión.



Protección del Metal que no se desea atacar<sup>49</sup>



Inmersión de la pieza en el ácido<sup>49</sup>



Corte y terminado de la pieza, una vez limpia y grabada<sup>55</sup>

<sup>55</sup> J. Mc Grath, *op.cit.*, p.71



### Componentes

Los componentes necesarios son:

- Sustancia protectora: este material tiene la característica de resistir el ataque de ácidos
- Solución ácida: esta dependerá de cada material, en nuestro caso (el oro o la plata) será una solución que lo ataque o lo disuelva

### Sustancia protectoras

Dentro de las sustancias protectoras tenemos:

- Barniz: Resistente al ácido el cual se mantendrá pegado al metal mientras éste último "muerde" las superficies que han quedado expuestas a su acción.
- Cera de abeja: Caliente el metal, límpielo de impurezas, y sumérjalo en un baño de cera fundida. Retírelo y déjelo enfriar antes de recortar el modelo en la cera con un trazador o una cuchilla. Finalizado el grabado al ácido, caliéntelo para eliminar la cera. Las partículas que no se desprendan se pueden suprimir con acetona.
- Goma laca: También puede sumergir la pieza en un baño de goma laca y trazar el modelo de la figura sobre la misma o extender la goma laca con un pincel sin cubrir las zonas que se han de tratar con ácido.
- Barniz protector de secado rápido: El barniz se aplica con pincel o mediante inmersión en un baño; posteriormente se rasca el barniz hasta completar el modelo a grabar. Déjelo secar. Caliéntelo suavemente, con llama si es necesario. Si aún está húmedo en el momento de sumergir la pieza en el ácido, se despegará.

### Soluciones ácidas

Para grabar al ácido el oro de 18 quilates o inferior, utilice una de las siguientes soluciones:

- Ácido clorhídrico 8 partes
  - Ácido nítrico 4 partes
  - Cloruro de hierro 1 parte
  - Agua 40/50 partes
- ó
- Ácido nítrico 1 parte
  - Ácido clorhídrico 3 partes
  - Agua 40/50 partes



Pendientes de plata tratados al ácido y bañados en oro<sup>56</sup>

<sup>56</sup> *Ibid*, p. 71



### Para grabar plata

- Ácido Nítrico 1 parte
- Agua 3 partes

### Observaciones

- Si quiere grabar varias piezas con un mismo diseño y necesita que el proceso sea muy preciso, llévalo junto con una hoja de metal de tamaño suficiente a un taller profesional de fotograbado.
- El diseño se graba fotográficamente produciendo tantas piezas como se desee
- La técnica de fotograbado también se puede aplicar por las caras anterior y posterior, lo cual produce un corte perfecto de la hoja eliminando la necesidad de serrarla después.
- A menos que vaya a confeccionar varios artículos, el fotograbado no es económico.
- Al usar un protector, asegúrese de que la cara posterior del metal y el resto de la superficie quedan perfectamente cubiertas y protegidas. Cualquier filtración podría resultar desastrosa.
- Utilice una pluma para eliminar las burbujas; agite suavemente el ácido alrededor de la pieza. Vigile constantemente el proceso.
- Si cree que va demasiado rápido, mezcle una solución menos concentrada; si es lento, añada ácido con mucho cuidado.
- Mantenga la pieza sumergida hasta que vea claramente la marca dejada por el ácido -0,5 mm- con la punta del trazador.
- El tiempo del proceso puede variar dependiendo de la aleación y de la concentración de la solución.
- El ácido nítrico es peligroso. Protéjase con guantes de goma mientras dura toda la operación; añada siempre ácido al agua y nunca a la inversa; trabaje en un lugar perfectamente ventilado.
- Un proceso lento de grabado al ácido, con 8 partes de agua y 1 de ácido, es muy adecuado si se desea esmaltar una pieza ya que resulta más fácil de controlar.
- Es importante que el ácido no afecte más áreas de las deseadas, por lo tanto vigile la pieza constantemente mientras dure el grabado.

### Fuentes para saber más

Para saber más al respecto sobre observaciones de seguridad, procesos y ácidos con una visión enfocada al empleo general del proceso para los metales. Igual sirve para profundizar sobre las técnicas de protección del metal que se desea proteger:

Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, 192 p.

Para saber sobre ácidos y la elaboración de una pequeña máquina que ayudara a la protección de las superficies consultar:

Mc Creight, Tim, *Metals Technic*, Maine, 1992, Brynmorgen Press, 152 p.



## Esmaltes

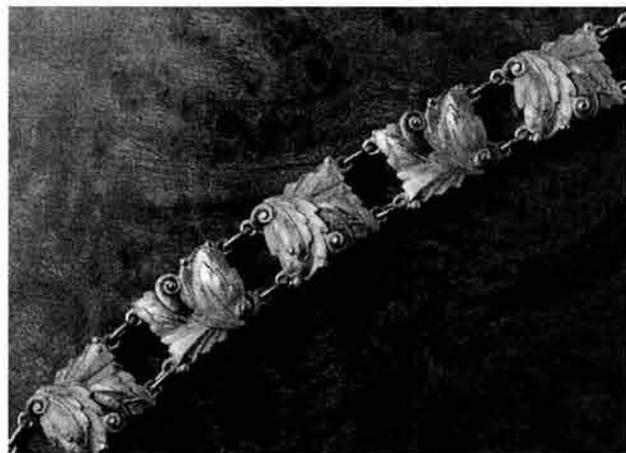
Se llama esmalte a la capa vítrea que resulta de la aplicación y fusión de la mezcla de varias sustancias inorgánicas (silicatos, boratos, aluminatos) sobre piezas cerámicas, vidrio, así como de algunos metales como el oro, plata, cobre, bronce, hierro y aluminio entre los más comunes.

La selección de las sustancias en la composición de las mezclas, se determina de acuerdo a las características que el esmalte tenga que cumplir en cuanto a su utilidad, resistencia, apariencia, y sobre todo, a la adherencia que el esmalte debe ejercer en una superficie determinada, ya que el esmalte deberá presentar una dilatación semejante a la de ésta durante el proceso de fusión.

Los esmaltes, en el fondo, son vidrios.. Existen empresas especializadas en los esmaltes que suministran todas las coloraciones requeridas, puras y constantes.



Pieza realizada en la técnica de vitral . Col. Lluís Masriera  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Esmalte aplicado sobre relieve. Col. Luis Masriera  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

### Clasificación de los esmaltes

Los esmaltes tienden a clasificarse de diversas formas, ya sea por su apariencia, composición, preparación y punto de fusión, entre otros.

En cuanto a su apariencia, se clasifican en:

- Transparentes, dejan ver la superficie sobre la cual están aplicados
- Translúcidos, confusamente permiten ver la superficie
- Opacos, tienden a ocultar la superficie
- Mates, carecen de brillantez al mismo tiempo que cubren la superficie

El punto de fusión también es un elemento para diferenciar el tipo de esmalte ya sea de baja o alta temperatura; los primeros se funden alrededor de 600° centígrados hasta los 1050°C y los de alta temperatura son los que funden arriba de 1050°C.

Dentro de la gama de esmaltes tenemos los de cerámica, vidrio y metal. En los esmaltes para metales existe una división general: los esmaltes para joyería y los esmaltes industriales; para efectos de este trabajo se estudiará únicamente los esmaltes para joyería.



## Esmaltes para joyería

El esmalte de joyería que es por lo regular esmaltes con características transparentes, translúcidas y opacas y su presentación es en forma granulada, no muy fina, su uso es completamente decorativo y en algunas ocasiones artístico. Regularmente se utiliza una base transparente llamada flux, ya que sus transparencias permiten la proyección del metal a través de los colores, dándole una apariencia o reflejo metálico.

El esmalte de joyería es utilizado por joyeros y artesanos, es un esmalte coloreado y fritado previamente, es distribuido con diferentes grados de molturación, el cual no necesita más que un lavado para su aplicación.

### *Utensilios para realizar el esmaltado*

Dentro de los utensilios que se emplean en el proceso tenemos los siguientes:

- Ácido nítrico puro a 36, a 40 o a 42 grados Baumé.
- Ácido sulfúrico concentrado puro impropriadamente conocido bajo el nombre de aceite de vitriolo.
- Ácido clorhídrico puro. Potasa cáustica sólida.
- Cristales de reloj o cápsulas de porcelana para conservar los esmaltes molidos bajo agua.
- Espátulas de acero inoxidable. Placa de cocción.
- Pinza para aferrar la placa.
- Pómez en polvo.
- Aceite sándalo o esencia de lavanda eventualmente convertido en menos fácilmente secable al añadir esencia de trementina.
- Goma adragante y su solución en mezcla de agua y alcohol.
- Paños usados de lino.
- Ruedas de madera de peral o abedul, bajo agua con pómez en la cepilladora mecánica.
- Ruedas de fieltro.
- Lápices de carborundum.
- Pinceles de varios tamaños. brochas, recipientes para agua y ácido.
- Horno eléctrico o gas, de calentamiento indirecto.
- Rejillas y soportes para introducir las piezas a esmaltar.
- Trinches, pinzas para el mismo propósito.
- Mortero de ágata, para moler el esmalte
- Agua, limpia para poder emplearse en el proceso y que no afecte la calidad del esmalte

### *Partes importantes en el proceso*

- a. Al efectuar el trabajo de esmaltado se pueden distinguir las siguientes fases:
- b. preparación del esmalte,
- c. preparación del metal,
- d. aplicación,
- e. fusión o cocción
- f. acabado.

#### a. Preparación de los esmaltes

Los esmaltes se venden en el mercado en forma de polvos o en forma de piezas que parecen restos de vidrio de color. Los esmaltes se preparan, se manejan y se conservan siempre en agua. El agua impide la proyección de partículas alrededor, aleja impurezas, obstaculiza la contaminación del producto. El esmalte bien conservado puede utilizarse sin inconvenientes, sin embargo puede prepararse según se requiera.



Esmalte opaco en forma natural y molido  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-



Esmalte transparente en diferentes presentaciones  
-Imagen tomada de Codina, Carles, (1999)-

Un esmalte turbio, punteado, no homogéneo, con acumulaciones, zonas opacas, con poros, es señal de una mala preparación. En todas estas operaciones se debe evitar contaminaciones por el contacto con sustancias extrañas; bastan las huellas de óxidos metálicos para modificar el color de un esmalte, un gránulo de polvillo puede crear un poro.

En la preparación del esmalte se efectúan las siguientes operaciones:

- Trituración. Por medio de un mortero, se tritura el esmalte, añadiendo dos tercios de agua, una vez que el agua se vuelve turbia, se vierte el líquido licuado y se pasa al molido.



Trituración del esmalte en el mortero  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Molido del esmalte en el mortero  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)-

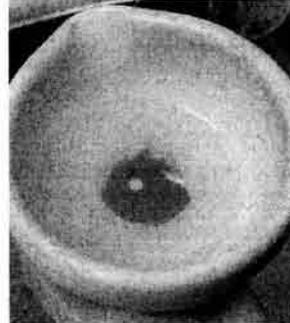
- Molido. Su finalidad es transformar el esmalte en un amasijo de granos, de un tamaño lo más uniforme posible, sin emplear una fuerza excesiva, y esta debe ser constante de tal suerte que no se produzca mucho polvo, ya que este es separado por medio de un lavado. Este lavado aprovecha la decantación, las partículas más pesadas se precipitan al fondo y las más ligeras como el polvo flotan. Lo que nos interesa conservar es justamente lo que se precipita. En el proceso los granos se adhieren a las paredes. Esto se repite durante tres ciclos: molido y lavado; éste último debe lavarse, con agua nueva, de 5 a 6 veces o hasta que el agua salga perfectamente limpia. Para evitar que se pierdan sedimentos o el polvo se sedimente, durante el lavado, debe procurarse llenar el mortero casi hasta el borde y esperar



aproximadamente 2 minutos a que se realice la separación adecuadamente, después de eso se vierte el agua. Cuando el proceso se termina, debe dejarse un poco de agua formando una pasta, y se procede al acidulado.



Eliminación de agua durante el lavado  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Sedimentación del esmalte durante el molido  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

- Acidulado y lavado. Tiene por finalidad disolver sustancias provenientes de los productos utilizados en la preparación del esmalte y que han quedado adheridas en él; partículas que eventualmente han caído en el esmalte durante el molido o que se han formado durante el lavado. Se utilizan entre 3 y 10 gotas de ácido nítrico; se mezcla suavemente de 2 a 5 minutos y se lava para quitar el ácido nítrico con agua, repitiendo la operación de 5 a 10 veces seguidas. La mezcla debe ser homogénea, y debe evitarse ejercer presión para no formar polvo en el esmalte. Para mezclar sin riesgo se puede utilizar un agitador de vidrio, de porcelana o de acero inoxidable. El ácido tiende a disolver la parte que transmite al producto la fusibilidad; elevando con ello la temperatura de fusión. Esta acción es tanto más marcada cuando más fusible es el esmalte. Por lo tanto, el acidulado puede ser un tratamiento dañino si no se efectúa dentro de unos límites de tiempo determinados para los varios tipos de esmalte. Si los esmaltes se usan inmediatamente después del molido puede evitarse el lavado con ácido.



Adición de ácido nítrico para el lavado  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Esmalte obtenido listo para emplearse  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

## b. Preparación del metal

La preparación del metal consiste en liberar la superficie metálica de cualquier rastro de grasas (impiden la adhesión del esmalte), de óxidos y de otras eventuales sustancias extrañas. Para ello se emplea un tratamiento químico y uno térmico.

En el tratamiento químico el metal se sumerge en una solución de ácido sulfúrico, que disuelve los metales no nobles ya transformados en óxidos. Para las aleaciones de oro la concentración va del medio al uno por ciento;



para las de plata se rebaja a la mitad. Como recipiente se utiliza la porcelana o el plomo. A consecuencia del uso la acidez disminuye o desaparece del todo: se refuerza con otras adiciones de ácido o bien se sustituye con solución nueva; es necesario mantener el ácido siempre en el mismo nivel añadiendo agua. Para controlar la acidez se puede utilizar un indicador de ácidos

Los porcentajes indicados de ácido sulfúrico se aumentan con la disminución del contenido de oro o plata, para que la superficie del objeto tenga un contenido mayor de oro el cual facilitara el esmaltado.

Antes del tratamiento químico se somete a un tratamiento térmico, que tiene por finalidad transformar en óxido al menos una parte del metal no noble que existe en la superficie de la aleación preciosa; si no se realiza la inmersión en ácido no sería eficaz o lo sería limitada a la parte ya oxidada por acción del aire o de otras acciones previas.

Para hacer el tratamiento térmico se dispone la pieza en el horno ya preparado y se deja hasta que coja un color rojo oscuro si el esmalte es transparente, y hasta un rojo cereza si el esmaltado se hace con esmalte opaco; el grado de calentamiento depende del estado de la superficie metálica. Se retira la pieza del horno dejándola enfriar al aire de manera que la oxidación de la parte no noble de la aleación se favorezca. Se sumerge en el baño de blanqueado y se calienta durante aproximadamente un cuarto de hora o más.

De esta manera se destruye las grasas, se oxida la superficie metálica y se disuelven los óxidos formados. Posteriormente se saca el objeto del baño con una pinza con puntas de níquel, porcelana o de acero inoxidable, y se lava con agua corriente. Se debe manejar la pieza con las manos limpias y desengrasadas, tocando sólo las partes no destinadas a ser recubiertas de esmalte.

La pieza lavada se cepilla a mano o bien en la cepilladora mecánica con cepillo de crin duro, en polvo y agua; también se puede utilizar un cepillo de hilos metálicos y agua de regaliz. Este cepillado tiene dos finalidades: completar el desprendimiento de partículas de la superficie metálica y conferir una apariencia agradable. También puede ocurrir que no sea necesario.

Para las aleaciones de título bajo se aconseja repetir algunas veces la recocción y el decapado antes del cepillado. También se puede utilizar el cepillo de hilos de vidrio.



Lavado de la superficie con un cepillo de vidrio  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Lavado a profundidad de superficies en bajo  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

La pieza cepillada se lava con agua corriente y se seca con calor débil delante de la boca del horno; apenas el objeto se haya secado y enfriado ya está listo para el esmaltado; se puede facilitar el secado absorbiendo gran parte del agua con un paño seco de lino usado.

Los metales de mil (puros) inoxidables están listos después de la recocción y el enfriamiento. Para las aleaciones de título alto es suficiente el cepillado.



#### Soldaduras:

- Las soldaduras deben tener una fusibilidad alta para evitar que se desuelde el objeto durante el calentamiento del esmalte.
- Deben evitarse los excesos de soldadura para evitar su desplazamiento.

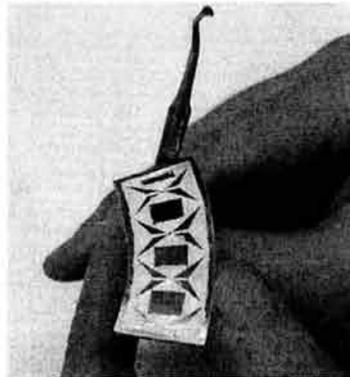
#### c. Aplicación del esmalte

Cualquiera que sea el método utilizado la aplicación se debe hacer después de la preparación química del soporte metálico.

En joyería el esmalte se aplica exclusivamente con las espátulas, con los pinceles, con las puntas. Depende del dibujo; algunos objetos requieren exclusivamente el pincel, en especial de los más delgados. Por lo regular se tienen que disponer de un surtido de varias medidas. Para mejorar la adhesión se aplica una capa de fundente dentro del área a esmaltar.



Aplicación de fundente



Emparejado de la capa de fundente

-Imágenes tomadas de Mc Grath, Jinks (1995)-



Exceso de agua retirado con un paño

El objeto se dispone sobre un soporte con el fin de manipularlo fácilmente. Para desplazar el objeto es necesario tener las manos bien limpias, y no tocar las partes destinadas a ser recubiertas de esmalte.

El esmalte no debe tener exceso de agua para su aplicación. Cierta cantidad de agua favorece la dilatación. Si el agua es poca el esmalte se dilata con dificultad sobre la superficie; si es demasiada tiende a separarse de la masa a través de surcos en los que el metal resulta descubierto. Si el esmalte contiene demasiada agua, se debe retirar el exceso con un lino o paño usado y seco ejerciendo una leve presión sobre el esmalte, evitando removerlo. Repitiendo la operación cuantas veces sea necesario cuidando el aspecto del esmalte.

Para grandes superficies se emplea goma adragante o de goma de semillas de membrillo, para ayudar a que durante la aplicación el esmalte se adhiera mejor sobre la superficie. Asegurándonos que la capa de esmalte tiene un espesor homogéneo y uniforme. Un método muy empleado es superponer capas sucesivas y por cada capa se efectúa la relativa fusión en el horno. Por cada capa se extiende el esmalte de manera que aumente el espesor y cuidando que el espesor es uniforme.

Con esmaltes opalescentes, no se recomienda el esmaltado múltiple sino una capa equivalente al de las capas múltiples, ya que se pueden volver opacos por el calentamiento repetido. Estos esmaltes ópales pueden amarillearse y a alterarse sobre la plata.

En el contraesmaltado, el esmalte se aplica en polvo seco; siendo bueno para superficies relativamente extensas, empleando un cedazo (o coladera).

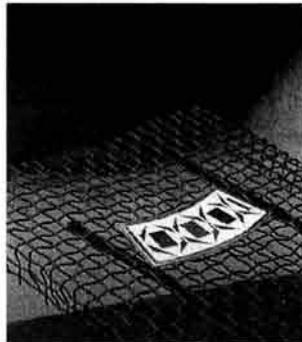


#### d. Fusión o cocción

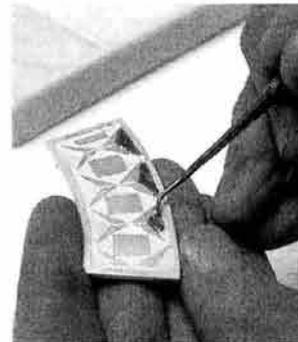
El esmalte suele estar mojado al momento de aplicarse, por ello debe desecarse la pieza antes de calentarse en el horno. Si la introducción al horno ocurre antes de tiempo, el agua que hubiera quedado sería expulsada repentinamente, causando la proyección de alguna parte del mismo esmalte, resultando un esmaltado incompleto.

Para secar el esmalte se colocan las piezas sobre la repisa saliente delante de la boca del horno. Se coloca el objeto en la parte más lejana a la embocadura del horno, girando de vez en cuando el objeto, de manera que el calentamiento esté presente por todas las caras. Generalmente veinte minutos son suficientes para la desecación completa.

El esmalte seco se adhiere menos al soporte metálico que cuando contenía agua; por ello los objetos deben ser manipulados con mayor delicadeza.



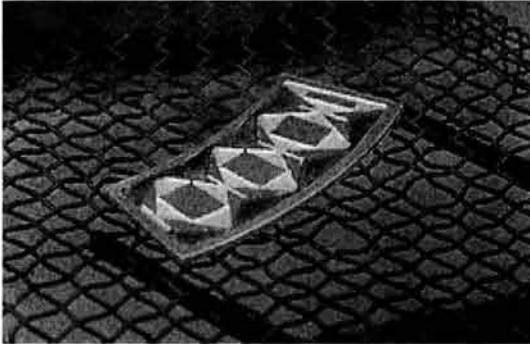
Desecación del fundente a la entrada del horno  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Aplicación de la primera capa de esmalte  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

Cuando se introduzca el objeto el horno, este tiene que estar a la temperatura adecuada (al rojo anaranjado). La fusión del esmalte debe ser breve; para que el objeto permanezca en el horno lo menos que posible. Si el horno no estuviese suficientemente caliente el objeto debe permanecer un mayor tiempo resultando una capa esmaltada turbia, conteniendo un gran número de burbujitas atrapadas, y manchas o puntitos en diferentes partes. O que la joya, en el caso más extremo, comience a fundirse

El objeto con el esmalte bien seco no debe ser introducido directamente de golpe en la parte más caliente del horno; sería un cambio de temperatura demasiado brusco. Por lo que se introduce el objeto por medio de unas pinzas de brazos largos, para colocarlo completamente en el horno pero dejándolo cerca de la entrada donde la temperatura es menos elevada; pudiendo ser girada de manera que se caliente uniformemente toda la pieza. Después de dos o tres minutos, como máximo, con las mismas pinzas se desplaza el objeto hacia donde exista la temperatura apta para la fusión del esmalte. A esta operación es necesario prestarle mucha atención ya que una fusión que ha salido mal compromete irremediablemente el trabajo hecho. Es necesario vigilar y seguir las modificaciones que el esmalte experimenta a medida que aumenta su temperatura: apenas se ha puesto en el horno aparece claro, después irregularmente oscuro, y cuando empieza su cambio de estado pasa de nuevo a claro, brillante y húmedo y al mismo tiempo la superficie de la capa de esmalte se extiende. Apenas obtenida la fusión del esmalte no se debe prolongar la permanencia del objeto en el horno.



Desecado de 1ra. capa aplicada de esmalte  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Aplicación de la segunda capa de esmalte  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

En la fusión, el esmalte se retira de algunas partes dejando vacíos en los cuales el metal estará descubierto. Si con el calor el metal no ha sufrido oxidación basta repetir la fusión después de haber rellenado las cavidades con el mismo esmalte; si el metal es oxidable al calor es necesario repetir el tratamiento químico hecho antes de la aplicación del esmalte. Después se rellenan los vacíos y se lleva a fusión.

La pieza al ser extraída del horno debe mantenerse cerca del horno para no sufrir un enfriamiento repentino, ya que esto puede provocar lesiones o saltos en el esmalte.

Enseguida después del enfriamiento se puede pasar a la aplicación de la segunda capa, y continuar así hasta alcanzar el espesor deseado. Entre una aplicación del esmalte y la sucesiva puede pasar el tiempo que se quiera. La única condición es que el esmalte siempre se aplique sobre una superficie limpia de polvo, de grasas y de cualquier otra sustancia.

Cualquier que sea la capa de esmalte el método es el mismo. Exceptuando a la última capa que requiere una cocción ligeramente mayor, con el fin de vitrificar en una masa única y homogénea el espesor total. Se aconseja que la superficie esmaltada no sea sometida al tratamiento mecánico de acabado. La última capa puede ser de fundente; éste realza la vivacidad del esmalte y lo protege.

No es posible prever el tiempo que se requiere para la fusión del esmalte; por lo que es necesario la observación visual. Y hacer pruebas en desperdicios u otras piezas, antes de aplicarlo a la pieza final.

#### e. Acabado

Para restituir a la aleación preciosa el color primitivo eventualmente variado por la incandescencia del horno sirve el mismo tratamiento químico efectuado antes del esmaltado. Se deja hervir durante dos o tres minutos hasta que el color ya no se modifique; se saca la pieza, se lava y se seca.

Cuando el metal se debe abrillantar, la operación debe llevarse acabo posteriormente al acabado del esmalte. Ya que con las mezclas abrasivas grasas empleadas en el proceso la zona esmaltada podría ensuciarse o estropearse, se protege el esmalte mediante hojas de papel fijadas con adhesivos.

Si el esmalte se ha desbordado sobre el contorno metálico se usa un tratamiento mecánico o uno químico. El ácido apto es el ácido fluorhídrico, que mientras reacciona sobre el esmalte no ataca al metal; por otra parte, para evitar que otras partes sean atacadas es necesario utilizar el ácido sumo cuidado, mediante una brizna de



madera o plástico se puede localizar su acción. Al terminar se lava toda la pieza para neutralizar completamente el ácido. Se puede obtener el mismo resultado con la piedra abrasiva de esmeril.



Una vez horneado el esmalte de empareja la superficie  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



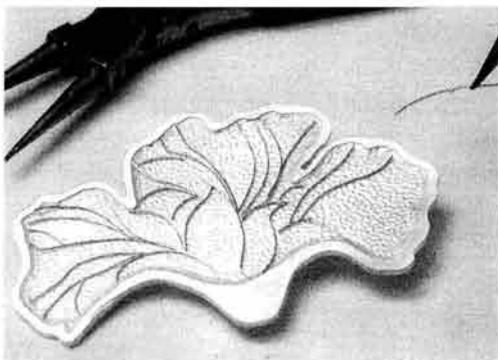
Nuevamente se hornea para obtener el brillo  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)

Pero cuando en el esmaltado abierto o en el cerrado el esmalte se presenta con la superficie no plana, es necesario el acabado mecánico. El tratamiento mecánico completo comprende el alisado, también llamado lapidación (según la denominación francesa), y el abrillantado (lustrado). En ambos caso debe emplearse mucha agua. El tratamiento puede ser todo mecánico o bien la primera parte mecánica y la última térmica. Se alisa mecánicamente y después se confiere el lustre llevando otra vez a fusión el objeto.

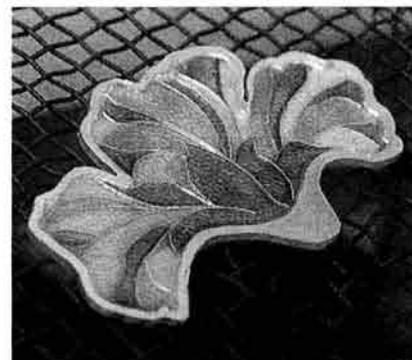
Se aplanan con piedra pómez y mucha agua, sobre madera. Las señales que quedan sobre el esmalte como consecuencia de la lapidación se quitan siempre en agua con polvo de pómez o de trípoli en discos de fieltro, de la misma forma que se hace el alisado (con este último tratamiento el esmalte se lustra)

### Técnicas en el Esmaltado

*El cloisnone* (alveolado o tabicado) es la primera técnica que aparece en el esmaltado sobre metal, ésta consiste en un diseño hecho de tiras metálicas, formando divisiones en forma de celdas o alvéolos el cual se adhiere a una superficie metálica, ya sea con el mismo esmalte al fundir o soldando las tiras metálicas a la superficie. Las celdas o alvéolos se rellenan con esmaltes de diferentes colores.



Colocación de las tiras metálicas: técnica *cloisnone*  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



Aspecto final de la joya en la técnica *cloisnone*  
-Imagen tomada de Mc Grath, Jinks (1995)



El *champlevé* (campeado), consiste en excavar huecos o surcos en la superficie metálica para luego ser rellenada con esmalte el que suele tener la misma altura que el metal de la superficie para pulirse sin dificultad después de su fusión.

La *técnica del pintado o Limoges (limón)*, esta técnica permite utilizar el esmalte como un pigmento con un vehículo, por lo regular se utiliza goma arábiga y se aplica sobre un fondo de esmalte blanco previamente fundido.

La *técnica del basse taille* (bajo a relieve o repujado), consiste en hacer un diseño o motivo en bajo relieve y cubrir con esmalte transparente, haciendo que el motivo muestre profundidad y diferentes tonalidades en el esmalte.

El *plique a jour* (fenestrado o Esmaltado abierto o calado). Este esmaltado es un derivado de *cloisonné*, pero con la característica de que las cavidades no tienen fondo y el esmalte queda adherido solamente a lo largo de las paredes interiores de los mismos, el efecto logrado asemeja a un vitral en miniatura. Las paredes pueden ir soldadas entre sí para crear los marcos, donde se alojara el esmalte.

*Esmaltado afiligranado*. Es una variedad del esmaltado alveolado. Pero son los bordes de la filigrana los que entretienen el esmalte. Esta aplicación produce una particular vivacidad de efectos, con luces y sombras.

Dificultades en el trabajo de esmaltes:

Utilizar un esmalte que al estar fundido se desplace considerablemente, en especial en piezas de doble curvatura.

La dilatación térmica del esmalte, no corresponde a la dilatación térmica de la aleación de la joya. Por lo que se aconseja emplear uno de dilatación similar a la del metal a esmaltar. A veces se emplean esmaltes con un bajo punto de fusión ya que se dilatan antes que el metal evitando contracciones inesperadas.

En ocasiones los esmaltes pueden verse afectados por los óxidos desprendidos de las aleaciones que se esmaltan, cambiando con ello su aspecto final. El oro en aleación contiene metales oxidables que pueden afectar la coloración del esmalte, lo mismo sucede con la plata. Por ello es que se emplean los esmaltes opacos que permiten un control mayor que los traslucidos con color.

Los óxidos formados por las aleaciones esmaltadas pueden impedir en ocasiones la adherencia, afectar la claridad y el color. Se puede reducir su impacto empleando esmaltes con fusibilidad baja.

#### *Esmaltes a base de resinas sintéticas*

Para un artículo de bajo coste se ha introducido un esmaltado que usa resinas sintéticas que tienen, al menos algunas, un alto índice de refracción, una buena transparencia y es fácil de colorear. Se trabaja a temperatura ambiente o poco más, alrededor de 80 °C, para acelerar el secado del llamado «esmalte».

Estos esmaltes emplean materias plásticas las cuales se dividen en dos grandes grupos: las termoplásticas y las termoendurecibles. Estas, tipo baquelita, con el calentamiento se descomponen, ardiendo sin volverse líquidas. Las termoplásticas, se ablandan y se funden si se calientan. A este tipo generalmente pertenecen los llamados esmaltes sintéticos. Tienen el inconveniente que una vez cocidos (100+200 °C) no pueden retocarse ni extraerse. Con todas estas materias plásticas sólo se pueden hacer imitaciones, son poco duras y se desprenden fácilmente. También existen los esmaltes de endurecimiento al aire, que por medio de un catalizador endurecen,



alcanzando su máxima dureza después de un día, estos esmaltes convienen cuando el material sobre el que se emplea tiene un punto de fusión muy bajo.

Prueba para distinguir entre esmaltado plástico y esmaltado vítreo.

Basta una aguja normal, un alfiler. Sobre una llama se calienta la aguja sin tener que llegar al calor rojo. *Rápidamente* se pone en contacto con el esmalte. El vítreo no se altera; el termoplástico funde como la cera y puede dar humos con llama; el termoendurecible tiende a alterarse cambiando de color, manchándose y desprender humos.

*Tipo de producción que proporciona el proceso.*

Como es un proceso que requiere mucha elaboración manual, cuidado al realizarse y mucha paciencia la momento de aplicarlo y terminarlo podemos decir entonces que se trata de un proceso artesanal o en baja escala. Quizá se pueda realizar una producción media con varios trabajadores y un división del trabajo adecuada. Pero puede permitir la obtención de excelentes piezas a un ritmo bastante aceptable si se pretende elaborar joyería de autor o de edición limitada.

*Aplicaciones*

Las variedades de los objetos a obtener con esmalte depende mucho de la creatividad del diseñador, se pueden jugar con relieves, contrastes de color, tonalidades, etc. Todas la joyas que se producen pueden llevar desde un retoque hasta un trabajo bastante elaborado en esmalte.

*Observaciones*

- Pueden realizarse múltiples pruebas con el fin de profundizar en el comportamiento de esmaltes, ante las aleaciones más empleadas en el taller. Incluso con algunos conocimientos básicos se puede experimentar en la búsqueda de nuevos esmaltes, siempre y cuando se cuente con la suficiente holgura económica, de espacio y de tiempo.
- Al trabajar con esmalte, es necesario aprender a visualizar un resultado que no es inmediato, sino que se va a dar hasta la fusión del esmalte. Las aplicaciones y matices de color son muy diferentes a cuando se funden.
- El realizar pequeñas investigaciones sobre esmaltes dentro del taller, puede llevar a encontrar buenos esmaltes, con características sorprendentes.
- Para efectuar soldaduras sobre la cara posterior de un objeto ya esmaltado, como un alfiler o un pendiente, se tienen que emplear soldaduras de baja fusibilidad, para evitar que los esmaltes se agrieten.
- Es superfluo el tratamiento químico sobre metales inoxidables en estado puro; oro, plata.
- En soportes metálicos de espesores pequeños, se recomienda aplicar el esmalte por el derecho y por el revés, para contrarrestar las fuerzas derivadas de la diferencia entre la contracción del esmalte y la del metal.
- Los esmaltes con un punto de fusión alto tienen una mayor dureza.
- El oro se esmalta tanto mejor cuanto menos cobre contenga, y en general cuanto menor sea el contenido en la aleación de metal no noble, por lo que se recomienda aleaciones con alto contenido de oro



- Si se van a aplicar varias capas de esmalte, se debe comenzar con aquellos que su punto de fusión sea alto, para que al aplicar el último no se afecten las primeras capas.
- Como esmaltes de fondo, se utilizan generalmente los opacos; para pintar encima de ellos se pueden utilizar los transparentes igual que los otros.
- El esmaltado se tiene que hacer verdaderamente bien para la obtención de buenos resultados
- Para evitar que el esmalte se agriete o resquebraje por las diferencias de contracción, debe aplicarse una capa lo más delgada posible
- También puede extraer el objeto temporalmente durante un instante para asegurarse de la marcha del fenómeno.
- Para mirar al interior del horno se recomienda el uso de gafas (ahumadas son mejores) para el cuidado y protección de los ojos.

*Fuentes para saber más.*

Sobre algunas formulas de esmaltes, y posible experimentación consultar:

Tuñón Suárez, César, *Guía de los metales preciosos –cualidades físico-químicas, legislación, ensayos y análisis-*, Barcelona, 1991, Omega, 117 p.

Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

*Para saber sobre las diferentes sustancias (fundentes, pigmentos, etc) y sus efectos en los esmaltes, consultar:*

Tesis de licenciatura: Flores Horta, Alejandro Felipe, *Uso del esmalte industrial como expresión plástica -técnica y método de enseñanza memoria profesional-*, Licenciatura en Artes Visuales, Escuela Nacional de Artes Plásticas, UNAM, 2001

Tuñón Suárez, César, *Guía de los metales preciosos –cualidades físico-químicas, legislación, ensayos y análisis-*, Barcelona, 1991, Omega, 117 p.

Para conocer un poco más sobre el proceso de esmaltado:

Codina, Carles, *La joyería*, Barcelona, 1999, Parramón, 160 p.

McGrath, Jinks, *The Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques*, 1995, Running Press, 176p.



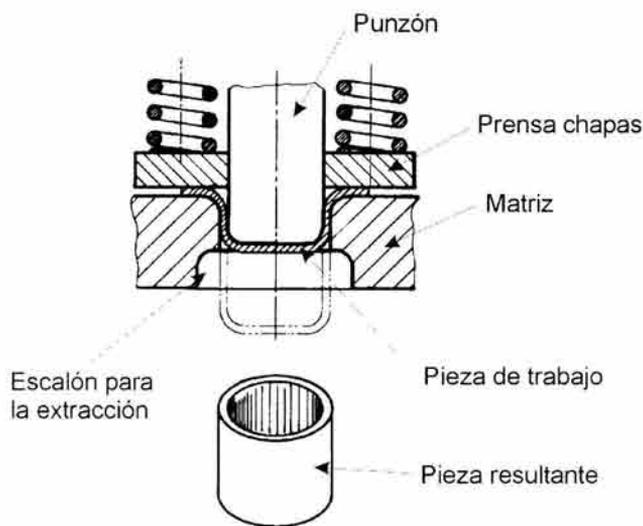
## Embutido

Se conoce como embutido a la operación mecánica en la cual una chapa adquiere la forma de un recipiente al ser formado mediante punzón y matriz. La configuración definitiva de la pieza puede obtenerse en una o más etapas, dependiendo del grado de complejidad de la misma.

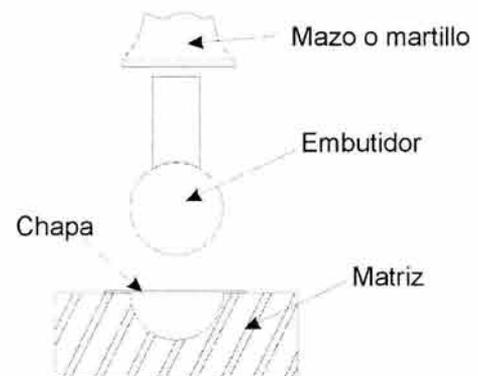
Con el objeto de que no se formen arrugas en las paredes de las piezas, se utiliza una plancha (prensachapas), lográndose además con esta un mayor alargamiento de la chapa.

Una embutidora es adecuada para dar forma de casquilla abombada o semiesférica a un disco de plata. Con el uso de canales podrá moldear una bata en U

En las siguientes ilustraciones se aprecia el proceso de embutido



Partes importantes en un embutido con prensa



Partes importantes en un embutido manual

### *Tipos de producción*

Este proceso está enfocado principalmente a una alta producción. Sin embargo existen algunas formas básicas (semiesferas, canales semiredondos entre otros) que se emplean en una producción baja. La pieza resultante puede estar terminada o someterse a otros procesos según lo requiera el diseño.

### *Utensilios importantes para el embutido*

Dentro de los utensilios para el embutido podemos encontrar los siguientes:

- Fuerza para realizar el trabajo: Esta es proporcionada por una prensa o es proporcionada por el artesano a través de un mazo o martillo
- Punzón o embudidor: Es la herramienta que dará forma a la chapa (Hay embudidores de madera y de metal)
- Chapa: Es la presentación del material para que éste sea formado, la característica de la chapa dependerá de la pieza a obtener y del material del que se trate

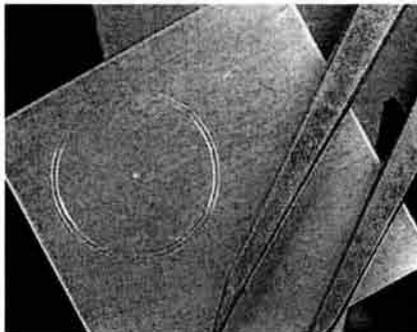


- **Matriz:** es la contraparte del embutidor o punzón y es encargada junto con éste de darle la forma correcta a la pieza deseada (a veces se emplea un soporte suave como el plomo que brinda soporte y se ajusta a la forma del embutidor y puede provocar marcas en la chapa por lo que debe emplearse un papel o algo para evitar alguna contaminación del plomo). En el embutido manual a esta matriz a veces se le llama embutidera.

*Ejemplo*

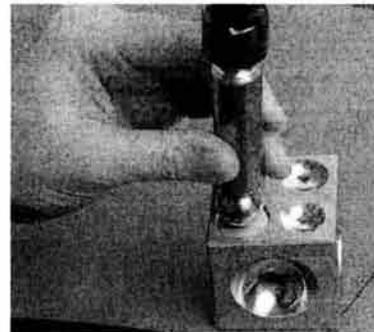
Pasos a seguir para la obtención de una semiesfera:

A continuación se presentan los pasos a seguir para obtener una semiesfera (casquilla), dicho proceso y las fotos fueron tomadas del libro de Jink Mc Grath



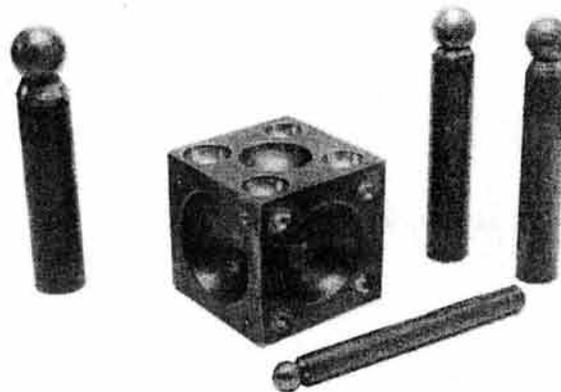
1. Corte un disco de plata. "Para ello, trace con el compás un círculo del diámetro deseado y, a continuación, otro 1 mm más ancho; corte con la segueta entre los dos círculos y rebaje con la lima hasta perfilar el primer círculo.

-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1998)-



2. Recueza la plata y colóquela en la semiesfera adecuada de la embutidera. El diámetro del disco debería ser algo inferior al de la semiesfera. Golpee con el embutidor hasta ajustar la plata a la semiesfera. No deje de recocer la plata si durante el proceso se endurece demasiado.

-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1998)-



Embutidera y embutidores de acero

-Imagen tomada de McGrath, Jinks, (1998)-

*Aplicaciones*

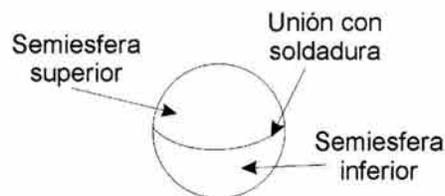
Las aplicaciones de este proceso se ven reflejadas en la elaboración de: cafeteras, pocillos, tazas, contenedores diversos, piezas de decoración que son montadas en otros accesorios como piel (cinturones, botas, chalecos, etc) en joyería tenemos que es empleado en la producción de esferas que son utilizadas como cuentas en collares, en la elaboración de broches, partes para la confección de aretes, esclavas, brazaletes, anillos, etcétera, por lo regular se combinan con otras técnicas o procesos para la obtención de prácticamente cualquier joya.



Confección de casquillas para el montaje de una piedra preciosa y el detalle trasero que indica que se trata de un arete, el cual fue manufacturado con varios procesos  
-Imágenes tomadas de Llorente, J. L. (1991)-

### Observaciones

- La mayor parte de las veces el embutido se presenta como una parte del proceso para manufacturar una pieza
- El empleo de la técnica de embutido dependerá de lo que se desea transmitir o lograr con la pieza
- El considerar en otras formas que se realicen en embutido deberá estar relacionado con el número de piezas a fabricar, ya que requerirá mandar a hacer un embudidor y una matriz específica para esa forma, con lo cual aumentará el precio del producto entre menos piezas se fabriquen con ese herramental nuevo
- Es importante no olvidar que los espesores de chapa a manejar deben ser pequeños lo que ahorrará material (ayudará a tener bajos costos) y ayudará a su fabricación, siempre y cuando la forma ayude a mantener una estructura resistente a algunos esfuerzos mecánicos lo cual dará como resultado una pieza un poco más duradera.
- Se pueden manufacturar formas más complejas con embutido partiendo de que la pieza puede tener una línea de partición, con lo que se obtendrá una figura con volumen con dos partes, correspondientes a izquierda y derecha del objeto o arriba y abajo (un ejemplo sencillo es la confección de una esfera a través del embutido)



Esfera obtenida mediante embutido

- No perder de vista que al diseñar el embudidor (si así se requiere) se debe evitar que la pieza quede prisionera en el embudidor o en la matriz

### Fuentes para consultar

Para saber más acerca de embutido (Fuerza necesaria para embutir, cálculo de desarrollos, etcétera), consultar: Schärer Säuberli, Ulrich, *Ingeniería de manufactura*, México, 1984, Continental, 1a edición, 735p.

Para saber más sobre el formado de chapas a través de matriz y embudidor:

Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, 192 p.

Otros detalles referentes a la técnica para hacer casquillas y descripción de los embudidores

Llorente, J. L., *La joyería y sus técnicas*, Madrid, 1991, Paraninfo, Segunda Edición, 216

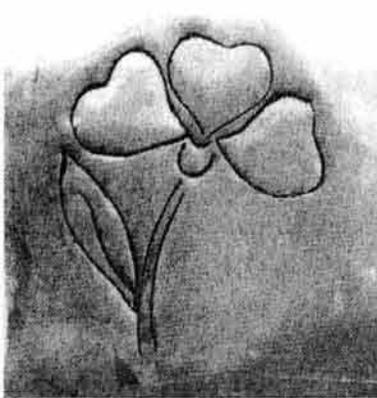


## Repujado

El repujado es el proceso de crear formas volumétricas empujando el metal. El empujar se hace generalmente en el frente y la parte posterior. El repujado es un procedimiento de golpeo, empleado en orfebrería, metalistería y joyería. Se realiza sobre chapa (en oro, de 0,7 mm de espesor) y consigue modelos robustos y sólidos, sin que la pieza resulte pesada. La textura resultante es bella y sutil de la superficie, producida por los millares de marcas de los cinceles, y que no podría ser obtenida por otro procedimiento. La lámina ha de ser fijada a un soporte de plomo o brea mezclada con otras sustancias, que sirve de soporte a la vez que es resistente y blando, este es llamado «pez griega».

El trabajo de repujar y cincelar suele desarrollarse conjuntamente. El cincelado consiste en marcar, delinear y modelar por la cara superior de la chapa. Las herramientas para ejecutar ambos procesos, que son muy similares, deben mantenerse limpias y en lugar seco para evitar los problemas de oxidación. En ambos casos, la pieza que se va a trabajar suele fijarse al soporte mencionado arriba

Es un proceso versátil que se adecua a cualquier proporción y a todos los metales maleables, del aluminio al acero.



Trazo de la imagen a repujar, repujado de la figura por la parte posterior y su acabado o retoque por el frente montado sobre una cama de soporte para el proceso

### *Utensilios importantes en el proceso.*

Los utensilios que intervienen en el repujado son:

- Martillo. Es la parte con la que se imprime fuerza a los cinceles que darán forma a la chapa.
- Cincel. Cincel es uno cualquiera de los numerosos utensilios no cortantes, aptos para crear, a golpes de martillo, un dibujo con fines decorativos sobre láminas metálicas (definición de Cellini en la segunda mitad del mil quinientos, según orfebrería moderna). Con esta herramienta se produce el alto relieve empujando el material por la parte trasera de la chapa.
- Chapa. La chapa es la presentación del material a partir del cual se realizara el proceso. Las dimensiones deberán ser adecuadas a la pieza a obtener, usualmente debe ser recocida antes de iniciar el proceso.
- Cama de soporte. El material de apoyo que se utilice en la cama para modelar la chapa es muy importante. Un material duro hace que la chapa trabaje de forma diferente a la esperada. Una superficie blanda no aporta ningún control y soporte a la chapa. Se enrarece el metal demasiado duro. Un buen soporte ayuda a realizar la forma y es lo suficientemente blando para permitir el trabajo sin deformarse más de lo necesario.



## Tipos de cinceles

Puede adquirir una selección de cinceles para acceder a una variada y útil gama de líneas y perfiles de corte. Pero solamente algunos son necesarios para comenzar, una colección de 40 o 50 es típica. Estas herramientas, especialmente los cinceles que modelan, no tienen que ser endurecidos y ser templados pero la mayoría de la gente prefiere hacerles este tratamiento. De esta manera, siempre se podrá fabricar uno para un trabajo determinado o crear unos cuantos perfiles de corte específicos que sepa que va a utilizar siempre. Puede servirse de algunos restos de acero para fabricarlos.

A continuación se presenta una clasificación de cinceles que son empleados en la actividad de repujado, esta clasificación se obtuvo del libro *Técnicas de Joyería* de Jinks McGrath<sup>57</sup>

- Cincel lineal o trazador. Se emplea en la cara anterior de la pieza para trazar líneas rectas o curvas. Las marcas de un cincel trazador se reflejan en la cara posterior de la plata, por lo que pueden ser utilizadas como guía para un posterior trabajo de repujado.
- Cincel de moldear. Se emplea en la cara anterior de la pieza para definir y dar forma a las figuras en relieve del repujado.
- Cinceles para abujardar. Los cinceles para abujardar también se aplican sobre la cara anterior de la pieza pero sirven, sobre todo, para proporcionar una textura de fondo o contornear una zona determinada. Las cabezas de estos cinceles no están pulidas ya que el dibujo de fondo podría quedar desfigurado.
- Cinceles para repujar. Se suelen utilizar en la cara posterior de la plata para hacer figuras en relieve, curvas y protuberancias. También presentan una gran variedad de formas. Su pulido es muy fino.
- Cinceles para aplanar. Se emplean para suavizar y bruñir una superficie sobresaliente. Su superficie es plana, las caras suaves y muy pulidas. También sirven para aplanar pequeñas zonas de la cara posterior.
- Cinceles huecos. Estos cinceles se usan tanto en la cara anterior como en la posterior de la plata para crear líneas circulares que pueden servir para dar relieve o para ser embutidas. Las caras se perfilan con taladro o con una fresa giratoria accionada por el taladro eléctrico.

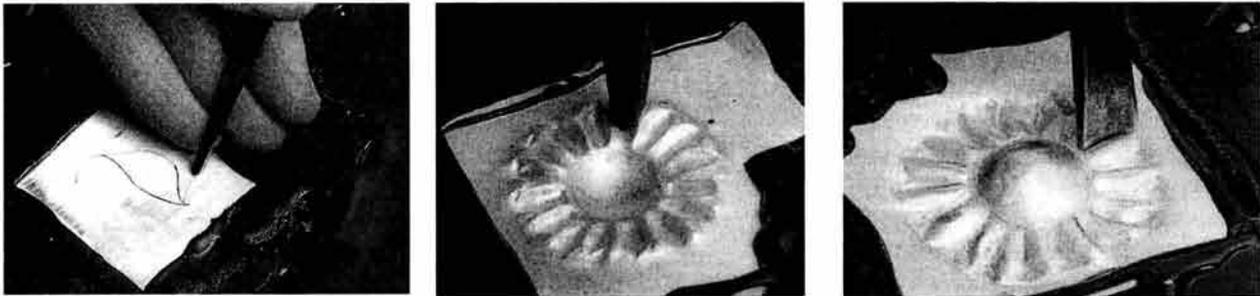
### *Tipo de producción que proporciona el proceso*

El tipo de producción que el proceso mismo determina, es de baja producción, al ser prácticamente artístico es muy complicado reproducir incluso varias piezas con las mismas características. Ya que la pieza se realiza paso a paso de manera manual. Sin embargo pueden obtenerse buenos resultados si lo que se desea es imprimir personalidad a una determinada pieza al mismo tiempo que se busca la producción única. Este proceso se aplica usualmente para aplicaciones únicamente decorativas deberá tener un soporte, trasero o un marco que lo refuerce, ya que no tendrá mucha resistencia mecánica y puede ser susceptible de deformaciones si no se maneja con cuidado.

<sup>57</sup> Mc Grath, Jinks, *Técnicas de joyería*, Madrid, 1998, Susaeta, [tr. Miguel Martínez Herraiz], 112p.



### Ejemplo



Antes de empezar, dibuje la figura en la cara superior de la chapa y deje alrededor un espacio adicional. Coloque la pieza sobre la brea calentando ésta con la llama suavemente y depositando la pieza encima mientras esté caliente. Presione con los dedos mojados hasta que la brea comience a fluir por los cantos de la hoja de plata, no disminuya la presión hasta que consiga una buena fijación.

1 Sujete el cincel algo inclinado, en línea divergente con su cuerpo. Con un martillo de cincelar golpee el cincel de forma que se desplace hacia usted. Agarre la herramienta por una cara con los tres primeros dedos y, por la cara opuesta, con el pulgar. El dedo meñique debe quedar en contacto con la chapa y guiar su mano por la superficie de la pieza. Puesto que sólo deja marca la esquina de la punta del cincel, con un simple giro podrá ver lo que hace. Trabaje desde el interior al exterior y recuerde que no está haciendo un corte, es sólo una pequeña muesca.

2 Los cinceles para repujar se sujetan verticalmente, justo encima de la chapa; se golpea con el martillo de cincelar manteniendo una cadencia regular. Deberá recocer la pieza a medida que se vaya endureciendo. Retírela de la brea aplicando una llama suave alrededor de la chapa y levantándola por una esquina con unas tenacillas viejas o unos alicates. La brea se quemará desprendiéndose de la pieza cuando empiece el recocado. Se hace desaparecer todo rastro de brea antes de blanquear la plata; de otro modo se endurece y es mucho más difícil eliminarla. También se puede quitar sumergiéndola en un baño de aguarrás.

3 Tras el repujado quizá sea preciso acabar por la cara anterior. Compruebe que el hueco posterior de las figuras en relieve está relleno completamente de brea antes de volver a fijar la pieza en la brea; este relleno garantiza un soporte sólido. Se puede acabar con una decoración de fondo plana ejecutada encima de una superficie de madera o acero.

4 Acabada la decoración superficial, elimine el exceso de metal. Las texturas se pueden agregar conforme el metal está siendo formado usando cinceles afilados. Para un acabado espejo emplee la parte plana de las herramientas. Ahora ya puede soldar un prendedor, engastar una piedra, o lo que desee, y pulir la pieza.

### Aplicaciones

Cabe mencionar que esta técnica es empleada no solo en joyería sino también en orfebrería y en metalistería. Así mismo tenemos notables ejemplos en la platería mexicana de tiempos de la colonia, en donde se realizaban obras bastante complejas con una maestría técnica notable. Los objetos hechos en la colonia son muy variados tales como: urnas, cálices, lámparas, cruces, hostias, atriles, etc, y en su mayoría son artículos religiosos. En la joyería puede emplearse en pendientes, prendedores, soportes para cabello, dijes, etc. Considerando que deben ser superficies grandes para permitir un buen repujado. El tamaño por supuesto dependerá de las herramientas.



Las siguientes imágenes son un ejemplo de la aplicación del repujado, que da una belleza única al objeto y como se mencionó una de las características es que el objeto resultante es bastante artístico.



Objeto: Urna Eucarística

*Juan Pose*

¿Santiago de Compostela? (España). Fines del XVII

Plata en su color

78x49x32 cm.

Marcas: JVA / POSE. Burila

Pieza localizada en el museo Franz Mayer, Cd. de México

Foto obtenida de una agenda editada por el museo en 1995

Para la obtención de la ornamentación se empleó el repujado.

### Observaciones

- La elaboración de un repujado puede llevar de 50 a 60 horas de trabajo en una pieza con diseño escultórico de medio relieve<sup>58</sup>, por lo que es muy poco empleada en joyería, esto no debe ser olvidado al momento de realizar el trabajo, para determinar si es rentable o no
- Si de rapidez se tratara, un proceso alternativo que se puede considerar y que tiene resultados y pasos diferentes es el estampado, el cual lleva menos tiempo y es empleado en baja y alta producción
- Puede ser empleado solo o con otros procesos en la manufactura de piezas
- Es un proceso más bien de tipo artístico por lo que su empleo en términos de diseño debe evaluarse adecuadamente, para que cumpla con lo deseado
- El proceso es ideal para la producción de una joya como pieza única

<sup>58</sup> Según relata Jinks McGrath en su libro *Técnicas de Joyería*



- Este proceso por el espesor de su chapa no es susceptible de copiarse a la cera perdida, ya que la joya se deformaría al momento de realizar el molde de hule (necesario para la reproducción de la pieza en cera)
- El lenguaje que se puede manejar como medio de expresión tiene muchas posibilidades
- Debe cuidarse que el dibujo a repujar no sea muy profundo, para no llegar al punto de ruptura del metal
- No debe olvidarse que para obtenerse buenos resultados la chapa debe ser recocida constantemente, para no crear defectos o fisuras en el proceso
- La chapa debe tener el mismo espesor en todas partes, por lo que se debe cuidar la elaboración de esta, esto hará que el resultado sea de mayor calidad

#### *Fuentes para saber más*

Para crear una plancha de plomo o la elaboración de "pez griega" para el repujado:

Llorente, J. L., *La joyería y sus técnicas*, Madrid, 1991, Paraninfo, Segunda Edición, 216  
Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

Para conocer otros pasos para repujar:

Llorente, J. L., *La joyería y sus técnicas*, Madrid, 1991, Paraninfo, Segunda Edición, 216  
Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, 192 p.  
Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.  
Montañés, Luis, *Joyas*, Madrid, 1987, Anticuaria, 272 p.

Para conocer mas acerca de martillos y cinceles empleados en el proceso

Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, 192 p.  
Mc Grath, Jinks, *Técnicas de joyería*, Madrid, 1998, Susaeta, [tr. Miguel Martínez Herraiz], 112p.  
Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.

Para saber como fabricar cinceles:

Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, 192 p.



### 3. Las Nuevas Tecnologías

Las nuevas tecnologías que están empleándose en este instante en la industria joyera, son adaptadas a menudo de otras industrias.

El uso del diseño automatizado (CAD) está aumentando rápidamente y se está complementando cada vez más con el llamado *Rapid Prototyping* (prototipos rápidos), que permite que el diseño de objetos se incorpore velozmente a los productos existentes en el mercado, aumentando con ello la competitividad.

La tecnología láser también está encontrando un lugar dentro de la joyería, empleándose cada vez más, en la reparación de los bastidores defectuosos, reparación de joyas permitiendo soldar partes fracturadas sin necesidad de quitar las piedras preciosas, también se está empleando para el grabado decorativo en algunas pulseras por ejemplo, lo mismo sucede con el quinto que debe ponerse a la joyería. El último es una innovación iniciada en la oficina del análisis de Birmingham, Reino Unido, y permite la joyería frágil ligera y las mercancías a ser quintadas, evitando el daño causado el golpe del punzón

Los ejemplos de las tecnologías que son adaptadas de otras industrias incluyen los cables (en lugar de cadenas convencionales), los alambres hechos punto y el proceso de la metalurgia del polvo. El último se está utilizando en la producción de formas simétricas simples tales como argollas de matrimonio y se obtiene un producto técnico mejor, en un tiempo corto y con costo más bajo. El desecho material generado es mínimo comparado con el proceso tradicional, se baja el inventario de oro necesario para la producción y se pueden financiar las piezas a mas bajo costo.

Otra innovación por ejemplo es la masilla de plata o de oro que comercializa una empresa japonesa, desde el año 1999, la cual se moldea con las manos, posterior se hornea y se obtiene la pieza deseada. Lo mismo sucede con el gran número de aleaciones con que cuenta el mercado que son capaces de facilitar el trabajo según el proceso productivo que se emplee en la fabricación de la joya.

La automatización de las líneas de producción, quizá es el acontecimiento tecnológico mas importante dentro de la industria joyera. Ya que permite la alta producción de joyería, con unos costos muy bajos, sin mano de obra prácticamente y sobre todo un tiempo bastante reducido. Es por ello que países como Italia ha logrado abastecer un mercado internacional sin ningún problema.

Todos y cada uno de los adelantos tecnológicos mencionados se encuentran en México, difundándose cada vez más. Empresarios mexicanos emplean estas tecnologías para su producción propia o empresas especializadas brindan el servicio, haciéndolo accesible hasta para el taller mas pequeño ya que no incurrir en grandes inversiones y costos de mantenimiento del equipo.

#### Métodos empleados en *Rapid Prototyping*

Su objetivo es desarrollar un producto desde la etapa conceptual hasta fabricación de un prototipo de forma rápida y económica. Consiste en fabricar modelos sólidos en 3 dimensiones, por medio de un software que involucra una interfaz CAD, donde es generado el modelo virtual del prototipo a fabricar. El archivo generado se envía a una máquina de *Rapid Prototyping* donde se procesa de acuerdo al principio de funcionamiento del método a utilizar.

Existen principalmente 3 categorías de fabricación de modelos que son: Substractivo, Aditivo y Compresivo, siendo los mas comunes el sustractivo y el aditivo. Del sustractivo el mejor ejemplo es el maquinado de control



numérico (CNC). En el aditivo el sólido es dividido en pequeñas rebanadas horizontales la cual se fabrica una por una uniendo la última elaborada a la previa de acuerdo al proceso a utilizar.

Los métodos más comunes empleados en los prototipos rápidos son:

- Estereolitografía: que consiste en la solidificación de una resina fotosensible bajo la acción de un rayo láser o luz Ultravioleta. El modelo se realiza por capas, donde cada capa solidificada se sumerge en el recipiente de resina para dar lugar a otra nueva, hasta obtener el modelo completo.
- Deposición de sólidos. La tecnología FDM (*Fused Deposition Modeling*) produce partes mediante el depósito de múltiples materiales en filamentos a través de dos conductos de extrusión que depositan material tanto de aporte como de soporte.
- Laminado de objetos. Este método consiste en adición de laminas de papel, plástico o cera sobre una plancha donde es cortada por medio de un láser de Co2. Cada lámina es previamente adherida sobre la anterior y al final del proceso las secciones que no pertenecen al sólido fabricado son retiradas.
- Sinterización: *Selective Laser Sintering* (SLS), usa polvos de plásticos o metales para la producción de objetos sólidos. En este método una computadora dirige un láser de Co2 sobre la superficie de la nueva capa. El calor del láser ocasiona que el polvo se funda juntamente formando una capa.
- Impresión 3D: consiste en depositar un líquido adhesivo sobre una capa de cera en polvo, el proceso es similar al de una impresora de tinta, logrando objetos tridimensionales en tiempos cortos y a bajo costo.
- Moldeado RTV: son moldes de base Silicón o Uretanos fabricados al alto vacío, cuyo objetivo es el de crear decenas o centenas de partes idénticas geométricamente al de un Prototipo Rápido en una fracción del costo del Prototipo y con propiedades similares a las del producto final. Esto permite valorar más objetivamente el producto antes de liberar la fabricación de los herramientas finales.
- Maquinado CNC. El Maquinados CNC consiste en maquinar por medio de una herramienta cuya trayectoria y velocidad es controlada por un software de CAM en una computadora. Este método es considerado uno de los más comunes, teniendo la ventaja de que el material con que se trabaja no cambia debido al proceso. Las máquinas son relativamente económicas comparadas con los otros métodos, sin embargo, para algunas aplicaciones aún con 5 ejes simultáneos no es posible reproducir geometrías complejas por las que la herramienta no puede entrar

Dentro del Software ofrecido para el diseño de joyería propiamente tenemos:

- Artcam –JewelSmith- , el cual tiene salidas a máquinas CNC, Rapid Prototyping y es compatible con sistemas CAD. La empresa encargada de su comercialización es Tecnologías Computarizadas para Manufactura S. A. de C.V., ubicada en Cd. Granja Zapopan, Jalisco. (<http://www.tcm.com.mx>)
- Mastercam Art, que esta integrado a la plataforma de Mastercam, permite el diseño y modelado en 3D, tiene salidas a CNC, dirigido al taller o grandes empresas. Es comercializado por la empresa, CIM Co., ubicados en Tlanapantla Edo. De México y Monterrey. (<http://www.cimco.com.mx/>)
- 3 Desing Jewel, requiere otro programa para el aterrizaje del modelo en una máquina CNC. Este



programa es comercializado por una persona física en Queretaro, los sitios de los programas mencionados son: [www.type3.com](http://www.type3.com); [www.sicam.com.mx](http://www.sicam.com.mx).

*Servicio en Rapid Prototyping:*

- VGD Soluciones Integrales de Diseño S.A. de C.V., perteneciente al grupo Vitro [<http://www.vgddesign.com/>]
- 3D rapid, empresa pionera en México desde 1998 que brinda servicio de Rapid Prototyping, [<http://www.3drapid.com/index%20RP.htm>]

*Importancia de las nuevas tecnologías para el diseñador*

El conocimiento y manejo de las nuevas tecnologías es primordial para un diseñador, ya que el debe ser capaz de moverse en un ambiente artesanal o en uno donde la alta tecnología este presente a cada instante durante la actividad profesional.

En el campo de la joyería el manejo de software para modelado es de gran ayuda, en especial si la información tiene un periférico de salida hacia una máquina *Rapid Prototyping*, acelerando los tiempos de respuesta hacia el cliente y el mercado que cada día es más demandante de productos nuevos.

Es recomendable que se profundice en el manejo y actualización de datos sobre las nuevas tecnologías, ya que puede ser un punto de oportunidad no solo para el diseño de joyería sino para prácticamente cualquier producto para la industria y el mercado.

Para profundizar mas sobre las nuevas tecnologías aplicadas a la joyería, se debe consultar la página del Consejo Mundial del Oro (WGC):

Sitio oficial del WGC [<http://www.gold.org/> ]



## VII. CONCLUSIONES

Como vimos en el primer capítulo México ha sido desde antes de la llegada de los españoles, un país que ha extraído plata y oro de sus minas. Desarrollo desde aquellos tiempos una magnífica tradición joyera, que a la llegada de los españoles se conjugo con las maravillosas técnicas de los artesanos que emigraron a México, posteriormente el trabajo en plata tuvo una gran expansión y se reconoció su calidad aún en otros países, sin embargo esta tradición se ha perdido con el paso de los años al desaparecer los gremios y la transmisión ortodoxa de técnicas y conocimientos se vio truncada, haciendo que muchos de los joyeros de hoy en día únicamente conozcan lo que la experiencia del trabajo les ha traído y no una tradición que se trasmite de generación en generación. Acentuándose el problema con el desarrollo de nuevas tecnologías, la automatización y la existencia de profesionales como los diseñadores. Es justo ahí donde la necesidad de saber sobre procesos de manufactura se vuelve importante y más aún para los diseñadores mexicanos que intentan desarrollarse dentro de la industria joyera.

México sigue siendo un país productor de oro y plata, en especial de plata donde se ha destacado como el principal productor del mundo desde hace ya algún tiempo. Sin embargo su producción artesanal de joyería en oro y plata no satisface ni siquiera el mercado nacional, siendo más marcada la situación con la joyería de oro. Para cubrir el déficit de joyería el mercado recurre a la importación y venta de joyería italiana, lo cual daña la economía nacional, al desviar ingresos hacia bolsillos extranjeros y no hacia los nacionales.

Parece increíble que teniendo la producción más alta en plata, en México no se haya desarrollado aún una industria joyera sobresaliente y bien desarrollada, aunado a que el desarrollo tecnológico en la industria joyera es bajo o nulo quizá. La oferta de herramental proviene de otros países que en ocasiones no figuran ni siquiera en la producción de joyería, por otro lado no se cuenta con un apoyo gubernamental para el desarrollo de las empresas del giro, y la Cámara Nacional de Platería y Joyería pareciera que no cumple su papel de promotor y desarrollador de la actividad empresarial. Las ofertas educativas están básicamente enfocadas a la capacitación del artesano u obrero para el trabajo y para la formación de profesionistas que cuenten con las habilidades necesarias para favorecer el desarrollo de la industria.

El diseño de joyería aunque ya puede ser visto bajo la mirada teórica como una estrategia de desarrollo, no se ve de esa manera a nivel universitario, ya que sólo en dos escuelas (la UNAM y la Anáhuac del sur) en el Distrito Federal y área conurbana existe contemplado como una materia y ni siquiera se le da la importancia suficiente para que los alumnos se interesen en ella.

Es por esto que considero relevante que se le preste atención a una actividad tan importante como es la joyería, sobre todo a nivel universitario. Y el presente trabajo es un esfuerzo para promover su impartición a nivel licenciatura o en su defecto como una especialidad. El diseño puede ser una herramienta poderosa para el fortalecimiento de la industria joyera y una estrategia competitiva ante los grandes productores que cuentan con máquinas automatizadas.

Es un buen momento para comenzar a desarrollar ramos industriales donde contemos con las suficientes herramientas para sobresalir internacionalmente. El diseño nos puede posicionar fácilmente en el mercado de la joyería, en especial en el de la plata que es el recurso más abundante que tenemos. No podemos dejar que nuestro mineral se exporte sin obtener un beneficio extra, considerando además que México cuenta con una excelente mano de obra, la cual puede ser capacitada para cumplir con las necesidades requeridas.

Como ya se mencionó este trabajo es un primer esfuerzo para que el diseñador cuente con una guía donde el pueda darse una idea del potencial de la joyería, brindando por un lado un texto con las principales técnicas que se deben conocer para adentrarse al entendimiento de la joyería y por otro un trabajo que refleje datos que se



saben de la industria, pero que están muy dispersos y pocas veces al alcance por lo hermético del gremio joyero.

Cabe señalar que el presente trabajo sólo es una referencia para quien desea adentrarse en el diseño de joyería, y a pesar de que el tema es muy extenso, y hay libros bastante especializados -aunque escasos-, se pretende que esta información expuesta sea de gran ayuda para el diseñador. Así el beneficio del presente trabajo es conocer la situación de la industria joyera, encontrar sus potencialidades, unir la idea de diseño con la del conocimiento de la técnica como un medio para el desarrollo eficaz de una propuesta de diseño, dar una idea de las técnicas que el diseñador debe saber para su desempeño profesional y reflexionar sobre su enseñanza dentro de la licenciatura de diseño dentro de las universidades.

Partiendo de que el conocimiento se va construyendo poco a poco, podemos decir que este trabajo es punto de partida hacia un estudio más complejo y profundo sobre la industria joyera.

Y aunque el trabajo pareciera ser una recopilación sobre datos de procesos de manufactura para joyería. Éste pretende ser ese parte aguas desde el cual se comience a ver la potencialidad y las oportunidades que los metales preciosos a través de la joyería representan para un país como México.

México necesita activarse económicamente, desarrollar poco a poco su industria, muchas de ellas requieren años de investigación, dedicación y recursos que apenas se alcanzan a vislumbrar. Sin embargo como recordamos la joyería ha existido en México aún antes de la llegada de los españoles, teniendo una continuidad ininterrumpida en el tiempo de actividades que han permitido que se sostenga hasta nuestros días. No contamos con una infraestructura real que permita el desarrollo de la industria joyera. Es justo ahí donde el diseño puede jugar un papel estratégico en el desarrollo de la joyería, que en un primer momento debe propiciar la producción enfocado a satisfacer las necesidades internas del mercado; y en el segundo comenzar a ganar terreno dentro del mercado internacional.

Con respecto a la importación de joyería tenemos que Italia por ejemplo, produce cerca de 1380 toneladas de joyería en plata, mismas que exporta (mas del 80 %) a otros países, adicionado a que Italia ni siquiera extrae plata de sus minas. En cambio México produce 485 toneladas de joyería en plata y extrae de sus minas cerca de 2917 toneladas de plata, ello indica varias cosas:

- México esta desaprovechando su plata al no transformarla en un producto con valor agregado, como la joyería
- Italia cuenta con una industria automatizada para la producción de joyería , no cuenta con materia prima propia que es la plata y por ello tiene que importarla. Esto es un signo claro de que Italia no vende joyería de plata u oro, sino diseño en plata u oro.
- México tiene recursos mineros importantes en especial plata, pero no produce grandes cantidades de joyería, ni siquiera para el mercado interno. Pero aunque no tiene una industria automatizada, cuenta con una mano de obra magnífica con un inconveniente, que debe ser instruida para aumentar el nivel de calidad.
- La principal desventaja de la joyería en México es que los artesanos o empresarios no venden diseño en plata, sino joyería de plata.

La conceptualización de ideas sobre el objetivo que persiguió este trabajo se presenta a continuación

*Diseño = estrategia para industria joyera*

El diseño visto como una estrategia competitiva

*Industria Joyera = nuevo campo de acción del profesional del diseño industrial*

Los diseñadores no se han introducido plenamente en el diseño de joyería, el cual como mencionamos puede ser un camino profesional con muchas oportunidades de desarrollo



Conocimiento de las técnicas productivas en joyería =  $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mejor desempeño profesional del diseñador} \\ \text{Mejores productos} \\ \text{Mayor calidad} \end{array} \right.$

Las técnicas o procesos productivos se perfilan como un eslabón importante para el desarrollo profesional del diseñador, por lo que debe ser importante conocerlos ya que traerá los beneficios como: el mejor desempeño profesional del diseñador al proponer diseños factibles de ser producidos; mejores productos derivados del manejo de la técnica y por supuesto una mayor calidad en la joyería.

*Curso, materia, diplomado o especialidad para el diseñador industrial = conocimiento de las técnicas productivas*  
Una de las propuestas planteadas en la tesis es la de enfocar mayores esfuerzos por que el diseñador complete esa parte teórica y se adentre más en el diseño de joyería.

*Industria joyera desarrollada = beneficios directos a la economía del país*  
Una industria joyera fuerte, creciente y sólida, indudablemente traerá beneficios a toda la sociedad

Por último considero pertinente hacer un esfuerzo por enlazar el diseño nacional con aquellas industrias o sectores que permitan desarrollar nuestra propia industria como país. No podemos seguir adaptando planes e ideales extranjeros, es bueno tomarlos como referencia, pero no son en la mayoría de los casos los mejores caminos para nosotros los mexicanos. Considero que cada profesionista tiene el compromiso de desarrollar actividades, planes y métodos que sean acordes a nuestras necesidades, costumbres, hábitos e idiosincrasia, desarrollar cosas de mexicanos para mexicanos con el fin de obtener un beneficio para los mexicanos.



## ANEXO A. Diseño de joyería, UNAM (Contenido de materia Plan 2004)

### Diseño de joyería

Área	Diseño
Etapa	Formativa
Carácter	Selectivo
Tipo de asignatura	Teórico-práctica
Modalidad	Taller-seminario
Programación	Semestral
Hora semana- semestre teóricas	1
Hora semana- semestre prácticas	2
Créditos	4
Asignatura precedente	Ninguna
Asignatura subsiguiente	Ninguna

### OBJETIVOS

- Que el alumno desarrolle habilidades y obtenga conocimientos en el campo del diseño industrial, analizando valores iconográficos tradicionales en este campo, relacionando además materiales y procesos industriales con volúmenes de producción diversos, incluyendo la posibilidad de la personalización a través de la incorporación de elementos artesanales o piezas únicas de alto valor estético.
- El énfasis del curso estará centrado en la capacitación para el manejo de los valores estéticos industriales y la comunicación visual.

### CONTENIDO TEMÁTICO

- Variables de la composición o reglas de orden en el diseño industrial y su vinculación con los estilos, la moda, la edad, sexo y situación socioeconómica de los usuarios.
- Forma, ritmo, proporción, posición, dimensión, color, textura, estructura, configuración y las diversas formas de organización que se pueden obtener en opuestos, vgr: movimiento -inmovilidad, contraste-armonía, simetría-asimetría, espontaneidad-predictibilidad, modularidad-unicidad.
- Análisis de códigos visuales de la estética, función, producción y ergonomía en relación con los iconos, signos y símbolos tradicionales en la joyería y la tipificación de los mercados, vigencia de los productos, estilo, moda, religión, edad, sexo, y situación socioeconómica del usuario.
- Análisis de diferentes procesos productivos según el diseño.

### BIBLIOGRAFÍA BÁSICA

Druitt, Helen W., *Jewelry of our time: art, ornament and obsession*. Rizzoli, New York, 1995.  
 Phillips, Claire, *jewelry: From antiquity to the present*. Thames and Hudson, New York, 1996. KRUPENIA, Deborah, *The art of jewelry design*. Quarry, Rockport, 1997.

### BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

Tait, Hugh, *Jewelry 7000 years: An international history and illustrated survey from the collection, of the British Museum*, Abradale, New York, 1991.  
 Armstrong, Roger, *Beginning jewelry: a notebook for design and technique* Star, Belmont, California, 1992.



### TÉCNICAS DE TRABAJO

- Grupo máximo 15 alumnos.
- Al inicio de la clase, el profesor expondrá los principios de la técnica a utilizar, el tema y los objetivos que se buscan; así como las particularidades del ejercicio.
- La exposición deberá respaldarse con ejemplos y asistencia en lo particular. .
- Los temas serán desarrollados bajo la supervisión y guía del maestro.
- El aprendizaje será respaldado mediante el desarrollo de ejercicios prácticos durante cada clase.

### EVALUACIÓN

Esta materia se podrá acreditar presentando examen de suficiencia.

Evaluaciones parciales con ejercicios 60%

Evaluación final con ejercicio 40%

### PERFIL DEL DOCENTE

Diseñador con experiencia en proyectos de la temática.

Conocimientos y habilidades técnicas y pedagógicas especializados en la temática de la asignatura.

Capaz de comunicar sus ideas con claridad.

Capaz de estimular a los alumnos.

Que posea cultura general y valores éticos profesionales.

Capaz de trabajar de manera sistematizada.



## ANEXO B. Sobre cálculos.

### *Calculo del alargamiento en el proceso de laminado.*

Lo mejor es llevar a cabo ejemplos prácticos. En el caso de las placas se utiliza como dato la disminución del grosor; en el caso de hilos, ya sean redondos o cuadrados, hay que conocer la superficie de la sección.

En el caso de las placas, la anchura varía tan poco que puede ser considerada constantemente, observando únicamente las variaciones de espesor. Si se parte de un lingote de 20 mm y deseamos llegar a uno de 18 mm, se divide el primer dato por el segundo, es decir,  $20/18 = 1,11$ . Podemos decir que cada metro del lingote se transforma en 1,11 m después del laminado; el alargamiento ha sido de 11 cm, es decir, de un 11 %. Puede decirse que el lingote ha experimentado una elaboración mecánica correspondiente a un alargamiento del 11 %.

En el caso de hebras o hilos, ya sean circulares o de sección cuadrada, el cálculo no se lleva a cabo dividiendo los espesores (el inicial y el final), sino las secciones, la inicial y la final. Para simplificar tomaremos, en lugar de las secciones, los diámetros al cuadrado. El cuadrado del diámetro es ya una medida de superficie. Si un hilo pasa de 15 mm a 13 mm, tendremos  $[(15)(15)]/[(13)(13)] = 1,33$ . Podremos decir que el alargamiento es del 33 % respecto a la longitud de partida. La cantidad de elaboración experimentada por el lingote corresponde a un alargamiento del 33 %. Si el hilo es de sección cuadrada el cálculo no cambia; se usa el lado del cuadrado en lugar del diámetro.

Podemos enunciar una regla general muy simple. Si el diámetro final es la mitad del inicial, es decir,  $1/2$ , el alargamiento es el cuadrado del denominador de la fracción  $1/2$ , es decir,  $(2)(2)$ , lo que corresponde a cuatro veces. Si el nuevo diámetro es de  $1/4$ , el alargamiento es de  $(4)(4)$ , es decir, 16, y así sucesivamente.

La reducción máxima posible antes de la recocción depende del metal, de su composición, de todos los cuidados llevados a cabo durante las operaciones de fundido y vertido.



### ANEXO C. Algunos de los lugares donde se ofrece educación sobre joyería y sus cursos.

1. Cámara de Joyería Jalisco (Expo)
2. Instituto de Arte Bribiesca (Expo)
3. Instituto Descentralizado del Gobierno del Estado de Jalisco (IDEFT)(Expo)
4. Diamantex (Expo)
5. Cámara Nacional de Joyería y Platería
6. Escuela de Joyería Ibarra (Internet)
7. Escuela de Artesanías

#### 1. Cámara de Joyería Jalisco

Domicilio: Magno Centro Joyero, Locales 4056 y 4057 piso 4M

Tel. 3562-2456 y 3562-2457

- Curso gemología I

Técnicas y Determinación del Diamante

Costo: \$550.00

- Gemología II

Conocimiento de piedras de color

Costo: \$550.00

- Curso modelado en cera

Objetivo: Adquirir los conocimientos y técnicas necesarias para la creación de modelos de joyería en cera.

Costo: \$4250.00

- Modelado avanzados

Costo: \$2,450.00

- Curso montado y vaciado en cera

Objetivo: Montado y Vaciado en Cera con una técnica rápida, eficiente, productiva y altamente rentable

Costo: \$8,700.00

- Curso de metalurgia

Objetivo: Comprensión del sistema Au-Ag-Cu para la elaboración de ligas y soldaduras de kilatajes exactos, así como el sistema binario plata-cobre y aleaciones .925

Costo: \$2,700.00

- Conferencia recuperación de metales

Objetivo: Demostrar que a través de la recolección y recuperación del oro se puede mejorar la economía del taller.

#### 2. Instituto de Arte Bribiesca (Expo)

Carrera técnica de diseño en joyería

En cuatro semestres

Costo: \$1,000.00 mensuales

Domicilio: López Cotilla #579, Col. Americana, Guadalajara, Jalisco

Tel. 3615-0129, 3616-3327

#### 3. Instituto Descentralizado del Gobierno del Estado de Jalisco (IDEFT)

- Curso de joyería básica

Domicilio: Calle Nispero No. 643 esquina Calle Colonos

Col. Lomas del Tapatío, Tlaquepaque Jalisco



Tel. 3666-4496 Fax. 3666-4163  
Costo: \$ 800.00 Curso completo

#### 4. *Diamantex*

Domicilio: Isabela Católica #24, 2do. Piso, esquina Madero, C. P. 06000, México D. F., Tel. (55) 5518-1488 al 91  
Fax: (55) 5521-3544

- Técnica: Vaciado a la cera perdida, Terminado, Galvanoplastia y Lapidaria

Costo: \$ 2,700

Último Seminario Impartido

#### 5. *Cámara Nacional de Joyería y Platería*

Domicilio: Reynosa #13, Col. Condesa, C. P. 06100, México D. F., Tel. 5516-1771, 5516-8481, Fax. 5516,1067

- Vaciado a la cera perdida

Sin costo, suspendidos por el momento. No ofreció mayor información

- Gemología

Sin costo, suspendidos por el momento. No ofreció mayor información

#### 6. *Escuela de Joyería Ibarra (Internet)*

Domicilio San Francisco 46, Interior Depto.: 3, Col, Centro, San Miguel Allende, Guanajuato, C. P. 37700, Tel: (415)152-7358

- *Curso mega*

Técnicas: Fabricación (mecánica) de Joyería, Fundición Centrífuga y Diseño de Joyería en Cera

Costo: \$2475 mn + \$445 Materiales (No Incluye Plata)

- Curso de electroplateado

Técnica: Electroplateado

Costo: Fabricación (mecánica) de Joyería

- *Curso express*

Técnica: Fabricación (mecánica) de Joyería

Costo: \$1475 mn + \$345 Materiales (No Incluye Plata).

Para obtener mayores informes acerca de los cursos y el contenido de los mismos, se puede contactar a la dependencia y programar su asistencia

#### 7. *Escuela de Artesanías, INBA*

Xocongo 138, Colonia Tránsito, 06820, México, D. F.

Tel. 5522 0910 y 5522 0949.

Correo electrónico: escuela.de.artesantias@correo.inba.gob.mx

Nivel: medio superior

Técnico Artesanal con Especialidad en: Esmaltes o Joyería y Orfebrería,  
6 semestres

Pago por concepto de examen de admisión: \$230.00



## VIII. GLOSARIO

**Brillo:** Es la visualización que presenta un mineral del fenómeno de refracción y reflexión de la luz que en él incide

**Densidad:** Masa por unidad de volumen de un material. El término es aplicable a mezclas y sustancias puras y a la materia en el estado sólido, líquido, gaseoso o de plasma. Las unidades comunes de la densidad son gramos por centímetro cúbico y slugs o libras por pie cúbico. La densidad relativa (gravedad específica) de un material se define como la razón de su densidad a la densidad de algún material estándar, como el agua a una temperatura especificada, por ejemplo, 15.56°C (60°F), o bien, para los gases la base puede ser aire a la temperatura y presión estándar. Otro concepto relacionado es el peso específico, que se define como el peso de una unidad de volumen del material.

En el caso de un sólido, si la muestra tiene una forma regular, como un cubo o un cilindro, puede determinarse su volumen por medidas lineales. La masa de la muestra se determina pesándola en una balanza adecuada; entonces este peso dividido entre el volumen da la densidad. Normalmente el peso se determina en el aire, y éste es el valor de la densidad en el aire o densidad aparente. Al hacer un ajuste por el efecto de empuje del aire sobre el peso de la muestra (y también sobre las pesas si se utiliza una balanza analítica) se obtiene la densidad real.

**Dureza:** Resistencia de un mineral a la destrucción mecánica de su estructura; en la práctica, se dice que un mineral es más duro que otro si raya a este último. Las durezas están clasificadas con respecto a las propias de 10 minerales patrones o escala de Mohs, creada por el geólogo austriaco Friedrich Mohs (1773-1839): Talco [1], Yeso [2], Calcita [3], Fluorita [4], Apatita [5], Ortosa [6], Cuarzo [7], Topacio [8], Corindón [9], Diamante [10].

**kilates:** [del gr. *keration*, tercio del óbolo] –

1. Unidad de peso empleada en joyería, variable con el tiempo y los lugares, actualmente equivalente a 0,2 g (quilate métrico).
2. Porcentaje de oro en una aleación expresado en veinticuatroavos; una aleación con la mitad de oro tiene una ley de 12 quilates; el oro puro tiene por ley 24 quilates.

**Mineral:** [de mina] - Sustancia natural sólida, formada por proceso inorgánico, y que constituye el elemento esencial formador de las rocas. Se caracteriza por presentar propiedades físicas homogéneas, por una composición química característica, que puede ser variable dentro de ciertos límites y principalmente, por poseer una disposición atómica fija o celda unitaria reticular diagnóstica para cada especie en particular.

**Punto de ebullición:** Temperatura a la cual se produce la transición de la fase líquida a la gaseosa. En el caso de sustancias puras a una presión fija, el proceso de ebullición o de vaporización ocurre a una sola temperatura; conforme se añade calor la temperatura permanece constante hasta que todo el líquido ha hervido.

**Punto de Fusión:** Temperatura a la cual un sólido cambia a líquido. En las sustancias puras, el proceso de fusión ocurre a una sola temperatura y el aumento de temperatura por la adición de calor se detiene hasta que la fusión es completa.

**Raya:** Se dice del color característico del polvo fino que se obtiene de un mineral rayándolo sobre una placa de porcelana sin vidriar [placa de rayado]. Cuando se trata de minerales idiocromáticos, es decir con color propio, el color de la raya concuerda con el del mineral. En cambio en los minerales alocromáticos [que carecen de color propio] esta coincidencia suele ser excepcional. Cuando la dureza es superior a 6 [dureza de la porcelana], no es posible la obtención de la raya según el referido procedimiento.

**Tenacidad:** La tenacidad describe el modo en que una sustancia reacciona al ser penetrada por un objeto duro y puntiagudo.



**Translucido:** Calidad de diafanidad que presentan los minerales capaces de dejar pasar la luz.

**Transparente:** Se dice que un cristal es transparente cuando deja pasar la luz sin debilitarla o debilitándola tan solo de modo imperceptible. Cuando solamente deja pasar la luz en cierto grado, se dice que es translucido, y si no la deja pasar en absoluto que es opaco.

**Yacimiento:** del verbo yacer, del lat. jacere, estar tumbado] - Lugar donde se encuentra una sustancia u objetos determinados, e.g. yacimiento de minerales, yacimiento de petróleo, yacimiento de fósiles. En la mayoría de los casos hace referencia a sustancias minerales que pueden ser explotables por su utilidad o porque contienen elementos beneficiables.



## IX. FUENTES CONSULTADAS

### *Bibliografía*

- Codina, Carles, *La joyería*, Barcelona, 1999, Parramón, 160 p.
- Casobó, Juan, *Manual del joyero*, Buenos Aires, 1973, Albatros, 428 p.
- Cuzner, Bernard, *Manual del platero*, Barcelona, 1958, Gustavo Gili, [tr. Luis Graupera Castañe], 213p.
- Formación profesional y cultural técnica FPCT, *Trabajos de chapa*, Barcelona, 1975, Gustavo Gili, [tr. Amorós Massanet, Antonio]
- Hall, Cally, *Identificando piedras preciosas*, Barcelona, 1999, [tr. Alcaina Pérez, Ana], Zendera Zariquiey, 80p.
- Loyen, Frances, *Manual de platería*, Madrid, 1989, [tr. Hernández Díaz, María], Herman Blume, 191p.
- Llorente, J. L., *La joyería y sus técnicas*, Madrid, 1991, Paraninfo, Segunda Edición, 216
- McGrath, Jinks, *The Encyclopedia of Jewelry-Making Techniques*, 1995, Running Press, 176p.
- Mc Grath, Jinks, *Técnicas de joyería*, Madrid, 1998, Susaeta, [tr. Miguel Martínez Herraiz], 112p.
- Mc Creight, Tim, *The Complete Metalsmith*, Massachusetts, 1991, Davis Publications Inc., Edición Revisada, 192 p.
- Mc Creight, Tim, *Metals Technic, Maine*, 1992, Brynmorgen Press, 152 p.
- Montañés, Luis, *Joyas*, Madrid, 1987, Anticuaría, 272 p.
- Novelo, Victoria, *La capacitación de artesanos en México*, una revisión, Plaza y Valdez, México, 2003, 213p.
- Pizano Saucedo, Carlos, *Platería siglo XX, Jalisco en el Arte*, Planeación y Promoción; colección dirigida por José Rogelio Álvarez, Guadalajara, 55p.
- Ruiz Esparza, José, *México de Oro y plata*, Editores Mexicanos, México 1995, 167 p,
- Ruiz de Esparza, José, *México de oro y plata*, México, 1995, Ciencia y Cultura Latinoamericana, 1ª edición, 167p
- Schärer Säuberli, Ulrich, *Ingeniería de manufactura*, México, 1984, Continental, 1a edición, 735p.
- Schumacher, E. F. , *Lo pequeño es hermoso*, Blume, Madrid, Cuarta Impresión, 1981, 262p.
- Tuñón Suárez, Cesar, *Guía de los metales preciosos*, Barcelona, 1991, Omega, 201 p.
- Vitiello, Luigi, *Orfebrería Moderna*, Barcelona, 1989, [tr. Eugenia Volpe, María], Omega, 612 p.



### *Artículos*

Riccini, Raimonda, "Innovation as a field of historical knowledge for Industrial Design", Design Issues, Vol. 17 #4, Otoño 2001, MIT Press, Cambridge, MA 2001,

Walsh, Viven "Design, Innovation, and the boundaries of the Firm", Design Management Journal, Academic Review 2000, The Design, Management Institute, Boston, MA, 2000

### *Instituciones*

Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Campus Ciudad Universitaria  
Universidad Anáhuac, Campus Herradura  
Universidad del Nuevo Mundo, Campus Herradura y San Mateo  
Cámara Nacional de la Industria de Joyería y platería

### *Exposiciones*

EXPO JOYERIA 2003 GUADALAJARA JALISCO

### *Páginas electrónicas*

Página Española sobre el oro y sus características, yacimientos y hábitos presentados en este país  
<<http://www.uned.es/cristamine/fichas/oro/oro.htm>> [Consultada el 28 de Septiembre de 2002]

Museo Geológico Virtual de Venezuela <<http://www.pdv.com/lexico/museo/minerales/oro.htm>> [Consultada el 25 de Septiembre de 2002]

<<http://galilei.iespana.es/galilei/qui/elementos/au.htm>> [Consultada el 23 de Septiembre de 2002]

<[http://www.redesc.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi\\_rocas/oro.htm](http://www.redesc.ilce.edu.mx/redescolar/publicaciones/publi_rocas/oro.htm)> [Consultada el 1 de Octubre de 2002]

<<http://www.peru-mineria.com/oro/usos.htm>> [Consultada el 27 de Septiembre de 2002]

<<http://members.fortunecity.es/iberjoyanet/arras/>> [Consultada el 3 de Octubre de 2002]

<<http://www.goodfellow.com/static/S/AU00.html>> [Consultada el 2 de Octubre de 2002]

<<http://www.cnice.mecd.es/mem2001/ciencia/au.html>> [Consultada el 3 de Octubre de 2002]

<<http://www.prodigyweb.net.mx/degcorp/Quimica/Oro.htm>> [Consultada el 2 de Octubre de 2002]

<[http://www.mcgraw-hill.es/BCV/Tabla\\_periodica/element/elemento79.html](http://www.mcgraw-hill.es/BCV/Tabla_periodica/element/elemento79.html)> [Consultada el 1 de Octubre de 2002]

Artículo sobre demanda de los diferentes tipos de joyería, de la página del Instituto del Oro  
[[http://www.gold.org/value/markets/supply\\_demand/jewellery.html](http://www.gold.org/value/markets/supply_demand/jewellery.html)], Consultada 19 de Mayo del 2004



Página sobre el Panorama del oro, donde se presenta un informe especial: "La Minería Mundial del Oro", del director de la revista "Panorama Minero", Enrique M. González, para el IV Seminario Internacional "Argentina Oro 2002", realizado el 21 y 22 de Noviembre de 2002.

[<http://www.panoramaminero.com.ar/PANORAMA%20MUNDIAL%20DEL%20ORO%20.doc>], Consultado el 19 de mayo de 2004

Página Electrónica de consulta del Sistema de Información Empresarial Mexicano (SIEM) [<http://www.siem.gob.mx/portalsiem/>], Consultada el 20 de Mayo de 2004

Artículo sobre demanda de la producción minera, del Instituto del Oro

[[http://www.gold.org/value/markets/supply\\_demand/mine\\_production.html](http://www.gold.org/value/markets/supply_demand/mine_production.html)], Consultado el 19 de mayo de 2004

Artículo de la producción por países, los 10 mas importantes, de la pagina del Instituto del oro [<http://www.goldinstitute.org/supply/prodcountry.html>], Consultado el 19 de mayo de 2004

Página Electrónica del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Información (INEGI)

[<http://www.inegi.gob.mx/inegi/default.asp>], Consultado del 20 de abril al 19 de mayo de 2004

Página Electrónica de la consultora Gold Fields Mineral Service (GFMS),

[<http://www.gfms.co.uk/>], Consultado el 19 de mayo de 2004

Página de la Cámara de Joyería de Jalisco

[<http://www.camaradejoyeria.com.mx/capacitacion/capacitacion.html>], consultada el 15 de marzo de 2004

Página sobre los cursos impartidos en la Escuela Ybarra en San Miguel de Allende

[<http://www.raulybarra.com/cursos/>], consultada el 15 de marzo de 2004

Página sobre la Escuela de Artesanías de CONACULTA

[<http://www.conaculta.gob.mx/perma/subeduart/eartes.html>], consultada el 15 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre sus objetivos,

[[http://www.gold.org/discover/about\\_us/index.html](http://www.gold.org/discover/about_us/index.html)], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre los tecnologías masivas aplicadas a la manufactura en oro.

[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/index.html>], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre el proceso de cera perdida,

[[http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/lost\\_wax.html](http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/lost_wax.html)], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre el proceso de troquelado,

[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/stamping.html>], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre el rolado para la confección de tubos,

[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/holloware.html>], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre electroformado,

[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/electro.html>], consultada el 11 de marzo de 2004



Página del consejo mundial del oro sobre el la manufactura de cadenas,  
[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/chains.html>], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre el proceso de soldado,  
[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/solder.html>], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre terminados,  
[<http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/finish.html>], consultada el 11 de marzo de 2004

Página del consejo mundial del oro sobre nuevas tecnologías,  
[[http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/new\\_tech.html](http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/new_tech.html)], consultada el 11 de marzo de 2004

Página de la Universidad Iberoamericana, [<http://www.uia.mx/ibero/default2.html>], consultada el 27 de mayo 2004

Página de la Universidad del Valle de México, [<http://www.uvmnet.edu/>], consultada el 27 de mayo 2004

Página del Instituto Tecnológico de Estudios Superiores Monterrey, [<http://www.itesm.mx/>], consultada el 27 de mayo 2004

Página de la Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, [<http://www.azc.uam.mx/>], consultada el 27 de mayo 2004

Artículo sobre nuevas tecnologías aplicadas a la joyería  
[[http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/new\\_tech.html](http://www.gold.org/jewellery/technology/manufacturing/new_tech.html)], consultada el 20 de octubre de 2004

*Glosario de términos Geológicos del Museo Virtual de Venezuela*  
<<http://www.pdv.com/lexico/museo/minerales/a-glosario.htm> -<http://www.pdv.com/lexico/museo/minerales/z-glosario.htm>> [Consultado el 20 de Octubre de 2002]

*Página de la editorial McGraw-Hill con definiciones y elementos de la tabla periódica* <[http://www.mcgraw-hill.es/BCV/Tabla\\_periodica/definiciones.html](http://www.mcgraw-hill.es/BCV/Tabla_periodica/definiciones.html)> [Consultada el 25 de Septiembre]

Biblioteca de Consulta Microsoft *Encarta 2003 1993-2002* Microsoft Corporation.