

Figura 6. (De izquierda a derecha y de arriba a abajo): Brazalete de material plástico de Igor Knezevic; Gilgulim fabric errings de Hagar Arnon Elbaz, 2017; Pieza en papel de Malena Valcarcel, 2015; Colgante y pendientes de metacrilato y madera de Marcel Dunger, 2014; Flower earrings Joyo; Pendientes Tai Cuero vegetal, cristal esmeralda y aleación bañada en oro de Marita&Me

Para el desarrollo de nuestro proyecto optamos por materiales que permitiesen una gran versatilidad a la hora de la fabricación digital. Se seleccionaron planchas de metacrilato PMMA (Polimetilmetacrilato) de diferentes grosores (2, 3 y 4 mm), colores y grado de transparencia, que respondieran a su vez a las necesidades estéticas y funcionales planteadas en el proyecto.

En relación con la tecnología empleada para la fabricación de los prototipos, optamos por el corte láser. Ésta es una técnica empleada para cortar piezas de diferentes materiales (papel, cartón, cuero, textiles, vidrio, plásticos), caracterizada por su fuente de energía, un láser que proyecta su haz de luz altamente concentrada en la superficie de trabajo. Entre las principales ventajas de este tipo de fabricación de piezas respecto de las técnicas tradicionales, podemos señalar:

- No es necesario disponer de matrices de corte y permite efectuar trazados totalmente ajustados a la silueta.
- Accionamiento robotizado manteniendo constante la distancia entre el electrodo y la superficie exterior de la pieza, lo que permite cortes muy finos,
- Optimización de la producción en cuanto a aprovechamiento del material.
- Cortes de gran complejidad formal, difícilmente obtenibles por procedimientos tradicionales, sobre todo en piezas de dimensiones muy pequeñas
- Despreciable deformación de la pieza en el proceso de corte.

En este caso no consideramos emplear la técnica del grabado láser, que podría ser objeto de un proyecto futuro.

Fases metodológicas

1. Idea y concepto

Como hemos comentado anteriormente, el proyecto nace con el objetivo de crear una serie de prototipos de joyas low cost inspirada en las sugerentes formas que nos proporcionan las secciones de diversas frutas y verduras, donde observamos la generación de patrones de crecimiento vegetativo, que por sus características poseen un criterio de unidad formal aun conservándose en cada caso su singularidad. En muchos de los casos estudiados podemos apreciar conceptos geométricos como la simetría y el orden estructural y formal de los especímenes estudiados de los que hemos intentado extraer un esquema representativo. Cada uno de esos esquemas posee una fuerte identidad que aporta un singular carácter estético, que logran transmitir cada una de ellas un fuerte sentido de unicidad.

2. Búsqueda de las imágenes inspiradoras

Esta fase se caracterizó por la búsqueda de imágenes como fuente de inspiración en la que encontrar los referentes sobre los que construir los diseños de las piezas. La figura 7 muestra algunas de ellas. (pág. 131)

3. Abocetado

Un buen boceto (dibujo inicial de las ideas) puede ser el comienzo de un buen diseño. Si ya hemos entendido los conceptos previos, entonces el diseño será más fácil, más sencillo y más fácil de implementar. Cuando comenzamos a dibujar, comprendemos por completo que estos trazos no son definitivos sino preliminares, e incluso algunos trazos son líneas auxiliares. El boceto es la primera impresión sobre la cual construiremos lo que sigue, por lo tanto, cuando planeamos nuestro dibujo, comenzamos con lo más básico, lo más simple, lo más general sin profundizar en detalles. En el caso específico de estos dibujos, el boceto constituye una parte esencial del resultado final, porque se puede corregir a través de su implementación, enfatizando y representando las características importantes del modelo. Se muestran algunos de los bocetos extraídos de las fotografías (Fig. 8, pág. 132) que se han tomado de referencia.

4. Selección de bocetos, digitalizado y simulación gráfica 2D

En el proceso de la digitalización de los diseños, hemos usado el software Adobe Illustrator (AI), editor de gráficos vectoriales, con un enfoque principal en ilustraciones digitales y gráficos de diseño. De todas sus herramientas, utilizamos principalmente curvas de Bezier convirtiendo imágenes de mapa de bits en imágenes vectoriales. En la imagen (Fig. 9, pág. 132), se muestra a modo de presentación gráfica los esquemas geométricos de diferentes diseños y su simulación 2D sobre las diferentes partes del cuerpo.

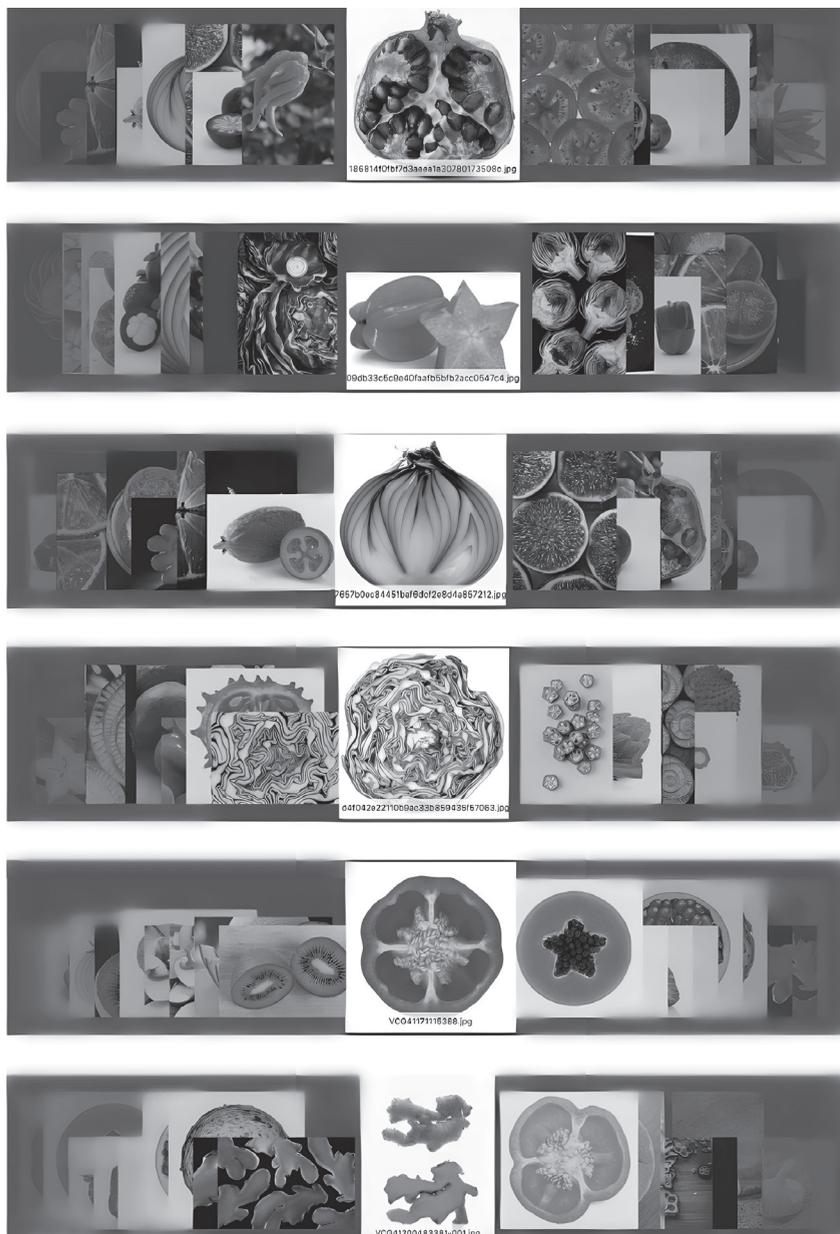


Figura 7. Imágenes inspiradores de frutas y verduras. (<https://vcg.jsbqfw.com/creative/1002819352>)

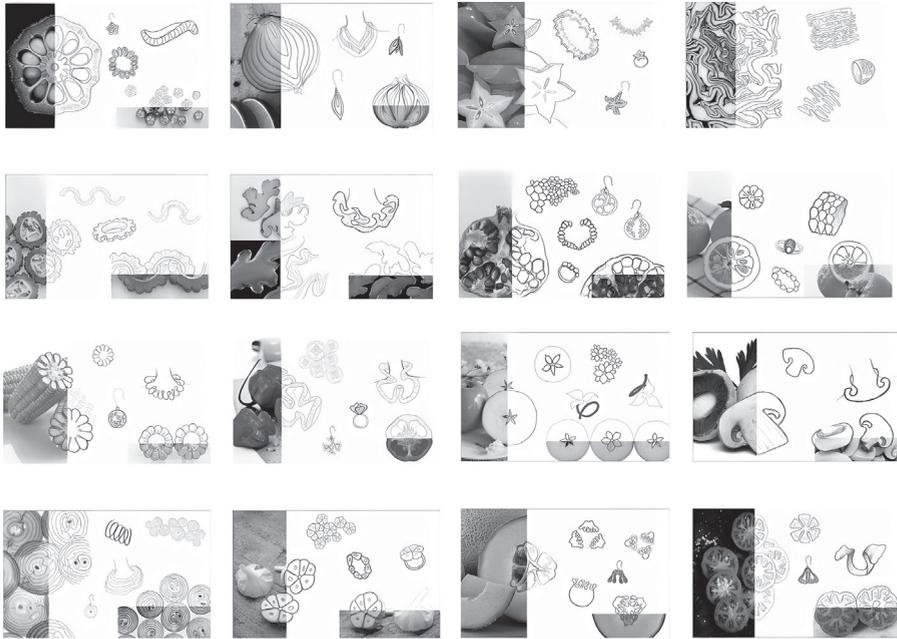


Figura 8. Abocetado extraído de las imágenes (Infografía: Nan Shen)

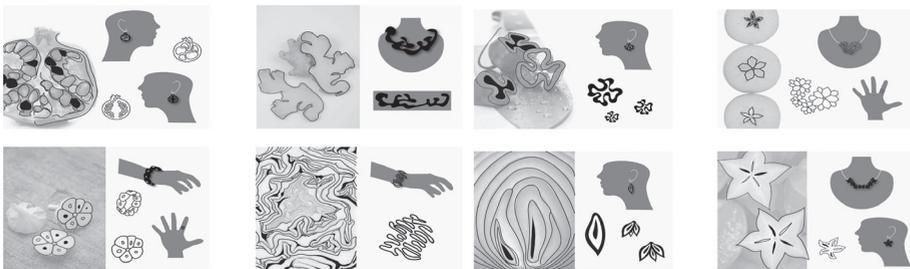


Figura 9. Esquemas geométricos y compositivos (Infografía: Nan Shen)

5. Modelado 3D

Para el modelado tridimensional se ha usado el software Rhinoceros 3D, una herramienta de modelado 3D en la que se ha trabajado con trazado basado en NURBS. El programa es comúnmente usado para el diseño industrial, la arquitectura, el diseño naval, el diseño de joyas, el diseño automotriz, CAD/CAM, prototipado rápidos, ingeniería inversa, así como en la industria del diseño gráfico y multimedia. Rhino 3D se ha ido popularizando en las diferentes industrias, por su diversidad, funciones multidisciplinares y el relativo bajo costo. La multitud de opciones para importación y exportación en el programa es algo muy valorado. La gran variedad de formatos con los que puede operar, le permite actuar como una herramienta de conversión, permitiendo romper las barreras de compatibilidad entre programas durante el desarrollo del diseño. Existen disponibles versiones de prueba en el sitio del fabricante para su descarga.

Seguimos la siguiente secuencia en el escenario digital: en primer lugar, se creó un diseño vectorial de acuerdo con las necesidades estéticas y funcionales, y segundo, se creó un medidor de imagen vectorial en Adobe Illustrator en un formato apropiado, para finalmente convertirlo en un modelo 3D de la que se extrae una imagen vectorial necesaria para el corte por láser. En este proyecto, el modelado 3D también ha sido usado para verificar si el diseño conceptual de la joyería es razonable y si es adecuado para la fabricación de las piezas atendiendo a sus dimensiones.

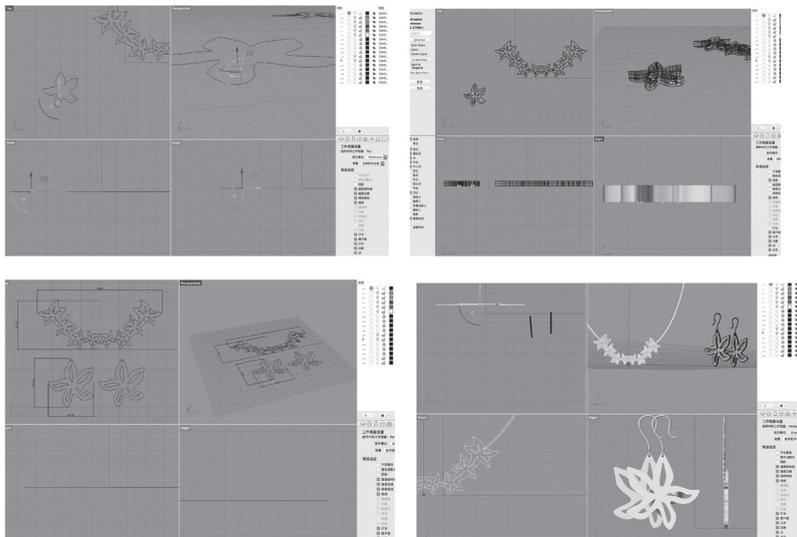


Figura 10. Capturas de pantalla del proceso de modelado 3D de una de las piezas diseñadas. Software Rhinoceros. (Infografía: Nan Shen)

6. Simulación virtual en maniquí

Después de modelar las piezas en el programa Rhinoceros, importamos el archivo desde el programa Keyshot para obtener una imagen renderizada realista de las piezas sobre un maniquí 3D, para visualizar y evaluar si el diseño se ajusta a la idea esperada.



Figura 11. Captura de imágenes de una de las simulaciones en maniquí 3D. (Infografía: Nan Shen)

7. Arte final, fabricación digital y montaje

Para el diseño de las piezas se utilizó el software Adobe Illustrator (AI), editor de gráficos vectoriales, con un enfoque principal en ilustraciones digitales y gráficos de diseño. De todas sus herramientas, utilizamos principalmente curvas de Bezier convirtiendo imágenes de mapa de bits en imágenes vectoriales.

Una vez que el modelo 3D está listo, es exportado en formato DXF para su procesamiento por la máquina de corte por láser. Tras la realización de algunas pruebas de diferentes piezas, para implementar los resultados finalmente optamos por material de metacrilato de diferentes colores con un espesor de 3 milímetros.

El proceso de fabricación digital se llevó a cabo en el Laboratorio de Imagen de la Facultad de Bellas Artes de Granada, adherido a la red mundial de FabLabs. Se utilizó para ello una máquina de grabado y corte por láser modelo TIL 6090 (fig. 12), con lámpara de tubo de CO₂ de 60 W de potencia, y velocidad de movimiento máxima de 24000 mm por minuto, una precisión de localización de 0,1 mm, y una mesa de trabajo de dimensiones máximas de 900*600 mm, gestionada por el software Corel Draw.



Figura 12. Diferentes imágenes de la máquina de corte utilizada y de la interfaz del software de comunicación con la máquina. (Fotografías: Nan Shen)



Figura 13. De arriba a abajo: Pendientes y Colgante Carambola; Pendientes Cebolla, Granada y Col; Pendientes Jengibre (2) y Pimiento (Fotografías: Nan Shen)



Figura 14. Pulsera Jengibre. (Fotografía: Nan Shen)

Conclusiones

A la vista de los resultados obtenidos y teniendo en cuenta los objetivos planteados, podemos concluir que los resultados son muy satisfactorios.

A través de las lecturas y consultas de las fuentes especializadas hemos podido conocer con mayor profundidad, los procedimientos que aportan un valor añadido a través de la innovación a la fabricación digital aplicada a la joyería artesanal, así como la repercusión que los medios de diseño digital tienen en la metodología del proyecto y las ventajas que suponen frente a los métodos tradicionales de producción.

Todo el producto ideado se ha llevado a término con material de metacrilato, como base de prototipado rápido que permite visualizar y testear las piezas de forma rápida y productiva. Las ventajas son concluyentes en términos de innovación, economía, rapidez, facilidad y fiabilidad, multiplicidad.

Este trabajo nos ha ayudado a desarrollar competencias que van más allá del mero conocimiento del marco teórico, puesto que hemos experimentado el proceso de diseño desde todas sus vertientes: información, aproximación, ideación, prueba y error, fabricación, evaluación y resultados finales. En este sentido descubrimos, entre otras muchas cosas, que la técnica del corte por láser necesita ajustar los parámetros específicos de acuerdo con las características físicas de los materiales, como el tipo de material, grosor, etc., para asegurar un producto correcto que responda a la idea planteada, por lo tanto, es muy necesario realizar algunas pruebas de evaluación (ensayo/error) antes de la producción formal del prototipado de las piezas.

Con este proyecto creemos haber logrado resultados enriquecedores y exitosos, de los cuales estamos muy satisfechos. Este trabajo nos ha permitido crear una línea de diseño de joyería low cost innovadora inspirada en las formas que nos proporciona la naturaleza a través de algunos de sus frutos vegetales, de los que se ha extraído su imagen icónica representativa de su estructura de crecimiento y personalizado su diseño en diferentes piezas.

Creemos que se abre una vía de trabajo futuro en el que profundizar con nuevos materiales y referentes orientado a la fabricación de piezas low cost de joyería, que se enmarque entre los objetivos de desarrollo sostenible -ODS- utilizando las tecnologías de bajo coste, la filosofía del movimiento Maker y materiales recuperados y sostenibles.

Notas

1. <https://www.facebook.com/Tun.design/>
2. <https://n-e-r-v-o-u-s.com>
3. <https://jennywulace.com>
4. La joyería de Zaha Hadid, <https://www.studioseed.net/blog/software-blog/parametric-generative-design-blog/python-software-poo/la-joyeria-de-zaha-hadid/>

Bibliografía

- Acevedo Vallejo, F. M. (2016). Estudio sobre la aplicación de las tecnologías de fabricación aditiva al sector aeronáutico y espacial. Impresión 3D. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Sevilla, 2016. <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/60376/fichero/PFC+FMAV+53594781C.pdf>
- Alonso, Cerys. (2015). *The narrative of Craft: Digital capabilities within traditional stories*. 520-523. 10.1109/ITechA.2015.7317459. DOI:10.1109/ITechA.2015.7317459
- Blakesley, R. (2009). *The Arts and Crafts Movement*. Phaidon Press. ISBN 13: 9780714849676
- Bohne, R. (2014). *Machines for personal fabrication*. En: Walter-Herrmann, J. y Buching, C. Fablab. Of machines, makers and inventors. Bielefeld: Transcript-Verlag.
- Bunnell, K. (2004). *Craft and digital technology*. Falmouth College of Arts. World Crafts Council 40th Anniversary Conference in Metsovo, Greece.
<http://repository.falmouth.ac.uk/537/1/craft%20and%20digital%20technology.pdf>
- Choma, J. (2010). *Contested Boundaries: Digital Fabrication + Hand Craft*. SIGraDi 2010_ Proceedings of the 14th Congress of the Iberoamerican Society of Digital Graphics, pp. Bogotá, Colombia, November 17-19, 2010, pp. 146-149. http://papers.cumincad.org/cgi-bin/works/paper/sigradi2010_146
- Fernández M. (2012). *Estudio e Integración de Sistemas de Bajo Coste para el Diseño Digital y el Prototipado Rápido*. Tesis de máster. Valencia.
<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/60485/TFM%20-%20Fern%C3%A1ndez%20Vicente%2C%20M.pdf?sequence=1>
- Hernández, O. (2010). *La dimensión comunicativa de la imagen científica: representación gráfica de conceptos en las ciencias de la vida*. Tesis Doctoral. Facultad de Bellas Artes. Departamento de Dibujo II (Diseño e Imagen). UCM, Madrid. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/11672/>
- Huson, D. (2006). *Digital fabrication techniques in art/craft and designer/maker ceramics*. En *Digital Fabrication 2006*, 172-175. Society for Imaging Science and Technology. <https://uwe-repository.worktribe.com/output/1037043/digital-fabrication-techniques-in-artcraft-and-designermaker-ceramics>
- Manrrun, K. (2021). *Perspectivas de la joyería. Retomar lo valioso del pasado para el éxito del futuro*. 925 Artes y Diseño. Facultad de Artes y Diseño Plantel Taxco, ISSN: 23-959894
- Muñoz, L. y Sánchez, J. (2016). *El impacto de la impresión 3D en la joyería*. Lámpsakos, no. 16, pp 89-97, 2016. Itagüí, Colombia, 2016. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6065130.pdf>
- Mayer, R. E., & Gallini, J. K. (1990). *When is an illustration worth ten thousand words?* Journal of Educational Psychology, 82(4), 715-726. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.82.4.715>
- Naciones Unidas/PNUD/UNESCO (2014). *Creative Economy Report 2013 Special Edition. Widening Local Development Pathways*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000224698>
- Oxman, N. (2007). *Digital Craft: Fabrication Based Design in the Age of Digital Production*. En *Workshop Proceedings for Ubicomp*, Ediciones AKAL, 2001. pp. 542 de 560. ISBN 9788446013464. https://neri.media.mit.edu/assets/pdf/Publications_DC.pdf

- Peeck, J. (1993). "Increasing picture effects in learning from illustrated text". *Learning and Instruction* 3: 227-238. [https://doi.org/10.1016/0959-4752\(93\)90006-L](https://doi.org/10.1016/0959-4752(93)90006-L)
- Shillito, A.M. y Bottomley, S. (2013). *Digital Crafts: Industrial Technologies for Applied Artists and Designer Makers*. Edinburgh College of Art. London. ISBN: 9781408127773
- Sotelo, C. (2021). *El significado de la joyería*. 925 Artes y Diseño. Facultad de Artes y Diseño Plantel Taxco, ISSN: 23-959894
-

Low cost jewelry design, digital manufacturing and maker prototyping

Abstract: Using innovation and creativity in the design and manufacture of crafts jewellery, different necklaces, earrings and bracelets are created through the use of digital drawing, vector design, 3D modelling and other digital methods. The inspiration comes from the suggestive shapes produced by the cross sections of different vegetables and fruits, and is materialized in the creation of prototypes in methacrylate made through digital fabrication. The conceptualization, development and use of digital technologies combined with laser cutting and plastic materials allow us to create and manufacture jewelry prototypes with innovative aesthetics and low cost.

Keywords: Handmade jewellery - Digital design - 3D modelling - Laser cutting - Low cost digital fabrication

Concepção, fabrico digital e protótipo de jóias a baixo custo

Resumo: Através da inovação e criatividade no projeto e fabricação de jóias artesanais, diferentes colares, brincos e pulseiras são criados através do uso de desenho digital, desenho vetorial, modelagem 3D e outros métodos digitais. A inspiração vem das sugestivas formas produzidas pelas seções transversais de diferentes vegetais e frutas, e se materializa na criação de protótipos em metacrilato feito através da fabricação digital. A conceituação, desenvolvimento e utilização de tecnologias digitais combinadas com corte a laser e materiais plásticos nos permitem criar e fabricar protótipos de jóias com estética inovadora e baixo custo.

Palavras-chave: Joalheria artesanal - desenho digital - modelação 3D- corte a laser - fabrico digital de baixo custo

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo]
