

Fecha de recepción: marzo 2022

Fecha de aceptación: abril 2022

Versión final: mayo 2022

Diseño, fabricación digital y prototipado maker low cost de joyería

Nan Shen ⁽¹⁾

Francisco Caballero-Rodríguez ⁽²⁾

Resumen: Mediante la innovación y creatividad en el diseño y fabricación de joyería artesanal, se crean diferentes collares, pendientes y brazaletes, a través el uso del dibujo digital, diseño vectorial, modelado 3D y otros métodos digitales.

La inspiración surge de las sugerentes formas producidas por las secciones transversales distintas verduras y frutas, y se materializa en la creación de prototipos en metacrilato elaborados mediante fabricación digital.

La conceptualización, desarrollo y uso de las tecnologías digitales combinada con el corte por láser y los materiales plásticos nos sirven para crear y fabricar prototipos de joyería con estética innovadora, de bajo coste y aplicables a materiales nobles.

Palabras clave: Joyería artesanal - Diseño digital - Modelado 3D - Corte láser - Fabricación digital low cost

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 140]

⁽¹⁾ **Nan Shen.** Licenciada en Diseño Industrial en la Universidad de Shanghai (2014). Máster Universitario en Diseño, Universidad Complutense de Madrid (2018). Máster Universitario Dibujo: ilustración, cómic y creación audiovisual (2019). Estudios de doctorado en Historia y Artes, Escuela Internacional de Posgrado, Universidad de Granada, España.

⁽²⁾ **Francisco Caballero Rodríguez.** Licenciado en Bellas Artes por la Universidad de Granada. Doctor en Bellas Artes por la Universidad de Granada. Profesor Titular de Universidad, Departamento de Dibujo, Facultad de Bellas Artes, Universidad de Granada, España. Líneas de investigación y docencia centrada principalmente en Dibujo/Diseño, Tecnologías aplicadas al dibujo, Sistemas CAD, Análisis de formas y Diseño y fabricación digital.

Hay una necesidad urgente de encontrar nuevos cauces de desarrollo que estimulen la creatividad y la innovación en la búsqueda de un crecimiento y un desarrollo sostenibles, equitativos e inclusivos. (UNESCO/PNUD)

Introducción

En la actualidad, está surgiendo una tendencia social que está propiciando generar valor económico mediante el paradigma de la economía circular y economía naranja, poniendo en valor lo hecho a mano como abanderado de las nuevas tendencias sociales, muy sensibles con los objetivos de desarrollo sostenible (ODS). La industria de la joyería tradicional es una de las más contaminantes por el uso de mercurio en sus procesos de fabricación, así como por las condiciones laborales de los trabajadores que extraen sus materias primas, por lo que frente a esta tendencia negativa, surge un nuevo modelo adaptado para seguir criterios más sostenibles en todas sus fases (materiales, diseño y producción, comercialización). Este nuevo modelo proporciona una cadena de suministros ética y transparente. Las sociedades de hoy día reclaman productos sostenibles y de comercio justo y el sector de la joyería artesanal ha de responder a su demanda.

Desde la antigüedad, las joyas han sido parte de nuestras vidas. Las joyas han tenido múltiples funciones a través de los tiempos: indicaban el estatus económico y social, la pertenencia a etnias o grupos sociales, creencias mágico-religiosas de protección frente a adversidades, etc. En la medida en que vivimos y evolucionamos, las joyas se han ido adaptándose a los paradigmas propios de su tiempo. La joyería forma parte de la cultura y refleja directamente en los hábitos de vida, el vestido y la indumentaria de las personas. Los usos y valores de las joyas responden a necesidades específicas del ser humano, físicas y psicológicas, y siempre se han determinado por situaciones de tipo político, económico, social, tecnológico, religioso y cultural. Se repiten constantemente demostrando que, a través del tiempo, somos iguales en esencia y que sentimos siempre las mismas necesidades de usar joyería, sin importar nuestro origen (Manrrun, 2021).

Las claves en el valor del arte de la joyería dependen en gran medida de su conceptualización y diseño, si bien también están influenciadas por otros muchos factores, como pueden ser la cultura, el origen histórico, las creencias religiosas y los hábitos y costumbres de vida de las personas y sus diferencias de pensamientos y sentimientos. Las expresiones específicas son diferentes en el tema de la creación, la diferencia en la forma, la diferencia en el arte, la diferencia en los materiales seleccionados, la forma y la estética, que conducen a diferentes formas y estilos del diseño de la joyería, pero también representa las singularidades de países, regiones y culturas nacionales.

El artista formula y comunica, a través del objeto, sus ideas, sus teorías, protestas, sentimientos, pasiones e investigaciones, se convierte en comunicador, los objetos creados los usa para decir algo, para hacer pensar en torno a ciertos temas. La joyería contemporánea es una práctica que refleja al creador y su entorno (Sotelo, 2021).

La inspiración del diseño es la principal fuente de las creaciones de cada diseñador de joyas. Ésta proviene de una profunda comprensión de la cultura tradicional, las costumbres

populares, las artes y la artesanía, así como de la base cultural y profesional del diseñador. La atención cercana a la tradición popular, y la integración de estos factores culturales y emocionales, se aplican de forma inequívoca al diseño. Por lo tanto, el diseño de joyas está inspirado en todos los aspectos de la vida. Un buen diseñador de joyas no solo tiene que diseñar joyas, sino también observar y sentir la vida a través de sus experiencias.

La mayoría del diseño de joyas está inspirado en imágenes icónicas de tótems, mitos, animales, personajes, naturaleza, figuras geométricas, símbolos religiosos y otros símbolos particulares de cada cultura. Éstas a veces se usan en solitario y en ocasiones se combinan para enriquecer en gran medida el diseño de las piezas. Todo aquello que representan los valores del diseño, la innovación, la singularidad, o la identidad, son alimento para las industrias que ponen el foco en la creatividad.

Como sostiene Alonso (2015) las narrativas digitales entrelazadas con un objeto artesanal ofrecen una nueva perspectiva de la pieza y una nueva forma de relacionarse con el espacio, lugar y las interacciones. Podemos conectar con el fabricante a través de la historia de la creación de la pieza; podemos añadir nuestras propias de la pieza; podemos añadir nuestras propias capas de narrativa que describan la propiedad, creando una historia de vida para el objeto artesanal que incluye la incorporación de recuerdos digitalmente. Se pueden añadir recuerdos colectivos y desarrollar una historia interactiva.

El proyecto está inspirado principalmente en las formas que proporcionan determinadas verduras y frutas, que se observarán desde otra perspectiva y de la que se extraen los elementos para diseñar piezas de joyería contemporánea. El trabajo actual implica el uso de metodología que utilizan técnicas analógicas y vectoriales de dibujo, diseño, y modelado 3D para materializar una serie de diseños conceptuales de productos de joyería, y muestra las etapas necesarias de su desarrollo. En el último período, el metacrilato material y la tecnología de corte por láser se utilizarán para realizar el diseño conceptual de la joyería para crear los prototipos.

Desde un punto de vista económico, esta experiencia puede suponer un ejemplo para demostrar como las ideas creativas mostradas en el proyecto, pueden impulsar la creación de clústeres locales distribuidos por todo el mundo que alimenten potencien y desarrollen las expresiones individuales de creatividad en el contexto de la artesanía contemporánea de joyería low cost.

El trabajo que presentamos aquí, se llevó a cabo como desarrollo del Trabajo Fin de Máster dentro del programa Máster Universitario en Dibujo: Creación, producción y difusión de la Universidad de Granada.

Estado del Arte

El Informe de las Naciones Unidas sobre la Economía Creativa, Edición Especial 2013, sostiene que la creatividad y la cultura son procesos o atributos que están íntimamente ligados a la imaginación y la generación de nuevas ideas, productos o maneras de interpretar el mundo (UNESCO, 2013).

Acercarse a la artesanía como vertiente integrante de este programa cuyo objetivo es generar economía a través de la cultura, la creatividad y el emprendimiento, puede contribuir a aumentar las oportunidades de desarrollo personal y comunitario. La unión de las ideas creativas con tecnologías más asequibles y democráticas constituye la base sobre la que se configuró este trabajo.

Hoy en día, la fabricación digital se ha integrado ampliamente en nuestra sociedad. Cada vez más, emprendedores creativos, diseñadores y makers utilizan dispositivos digitales para generar sus diseños. Dado que la fabricación digital es básicamente la misma que la de otros productos tradicionales, la fabricación digital de la joyería está apuntando a convertirse en la corriente principal de producción. (Muñoz y Sánchez, 2016)

Entre las tecnologías digitales de fabricación, el corte por láser se ha convertido en una opción popular de los fabricantes y diseñadores para producir y fabricar joyas. El corte láser tiene altos niveles de precisión, productividad, funcionalidad, especialmente en aplicaciones de alta calidad diseños complejos y alto rendimiento. Puede cortar una gran variedad de materiales diferentes para crear formas complejas. Frente a los métodos tradicionales de fabricación, el digital permite una mayor libertad al diseñador de joyas sin coartar su creatividad y posibilita la creación de formas complejas sin apenas condicionantes (Acevedo, 2016)

Hemos de destacar aquí algunos de los diseñadores que han sido fuente de inspiración para esta investigación, entre los muchos que conforman este universo creativo. Se nutren de conceptos cercanos a los valores de la naturaleza y la artesanía, como Paloma Picasso, creadora de buena parte de los refinados diseños de Tiffany & Co. La serie *Olive Leaf* está inspirada en la rama de olivo, como símbolo de paz y abundancia. Algunas de sus obras está presentes en las colecciones de prestigiosos museos, como el *Smithsonian Institution's National Museum of Natural History* o el *Chicago's Field Museum of Natural History*; David Yurman, que logra conectar con la tradición a través del uso de materiales naturales en sus diseños, inspirándose en su legado de innovación y creatividad, e involucrándose con el equipo de diseño y los artesanos en todo el proceso creativo, desde el concepto inicial hasta la pieza final hecha a mano; Sophia Forero, cuyas piezas evocan la cultura mediterránea y africana están inspiradas en el arte bizantino y la cultura tuareg, destacando la paleta de colores de sus creaciones; Kin Poor, artista y artesana que combina su cultura, arte y espiritualidad, con la belleza que logra extraer de cada piedra elegida individualmente, acentuada por la singularidad de sus defectos que las hacen únicas. Sus piezas están llenas de color, dominadas por el ritmo en su composición, y evocan profundamente las joyas de las culturas ancestrales clásicas; Jessica Kagan Cushman, a la que podríamos considerar como artesana maker, y cuyas creaciones han aparecido en prestigiosas revistas como *Cosmopolitan*, *Vogue*, *Elle*, *People* o *InStyle*. Especialmente enfocada en el diseño de brazaletes grabados a mano y por sus piezas creadas con materiales encontrados y objetos comerciales personalizados.

En el contexto español hemos de citar a algunas firmas que han emergido a tenor del gran desarrollo que están teniendo los valores de sostenibilidad y circularidad, en el uso de materiales recuperados sean o no de los considerados como preciosos, en este último caso utilizando oro, plata y otros metales procedentes de piezas antiguas, otorgándoles una segunda vida, y reduciendo el impacto ambiental y social negativo que supone la

actividad minera. Por otro lado, la reutilización de materiales sobrantes de otros procesos productivos, o recuperados para segundos o más usos, aportan ese valor de sostenibilidad y conciencia medioambiental, presente también en buena parte de las iniciativas eco que los nuevos artesanos digitales llevan a cabo.

Esta nueva mentalidad social responsable con el planeta, está llevando a las grandes firmas consolidadas a cambiar su paradigma de producción para enmarcarlos dentro de los Objetivos de desarrollo sostenible de las Naciones Unidas.

Destacamos algunas como *Small Affaire*, una firma que fusiona lo tradicional y lo contemporáneo desde el concepto de joyería slow, que sigue un modelo de producción ético y responsable, y especialmente comprometido con el respeto a la naturaleza y la sostenibilidad; *Pedrusco*, firma de joyería artesanal y objetos cerámicos afincada en Bilbao, desde donde Irene Trincado elabora diseños inspirados en las formas y colores de la naturaleza en colaboración con artistas, diseñadores de moda, fotógrafos y estilistas para la creación de sus proyectos; *PDPaola*, de los hermanos Paola y Humbert Sasplugas, con sede en Barcelona, sus colecciones se inspiran en el dinamismo de la mujer, la arquitectura y elementos de la naturaleza. Cuenta con un equipo de artesanos que se apoya en las tecnologías de vanguardia del sector para la creación de sus piezas y declaran su compromiso y esfuerzos por conseguir una industria de la joyería más responsable medioambientalmente.

Tendencias contemporáneas. Algunos casos de éxito

TUN



Figura 1. De izquierda a derecha: Pulsera Peixe; Pendiente Concha; Pulsera Anémona, de la firma TUN. (<https://www.facebook.com/Tun.design/>)

TUN¹ en el idioma alemán significa hazlo. Creada en 2009 por los artistas plásticos Lia Menna Barreto y Mauro Fuke, pasó a diseñar y producir accesorios contemporáneos para el cuerpo. Ellos mismos son quienes diseñan y desarrollan constantemente nuevas piezas para la marca, cuya identidad está relacionada y orientada a las diferentes personalidades que conforman el pluralismo de la sociedad.

La firma tiene sus orígenes en las creaciones de Lia a mediados de los años 80, cuando la artista confeccionaba accesorios recortados manualmente con tijeras, usando cámaras de neumáticos.

Inspirada principalmente en Pop Art y en la década de los 80, posee un estilo desenfadado que valora la originalidad, la autenticidad y el crecimiento personal. Para la marca, vestir una pieza TUN es poder exhibir una visión de mundo conectada con las creencias personales. Además, interactúa y hace productos de forma regular según las sugerencias de los usuarios 4.

Nervous System



Figura 2. De izquierda a derecha: Phraxix pendant; Sinuate bracelet; Network earrings (<https://n-e-r-v-o-u-s.com>)

Nervous System² es un estudio de diseño generativo que trabaja en la intersección de la ciencia, el arte y la tecnología.

Crean utilizando un proceso novedoso que emplea simulación por computadora para generar productos diseñados y fabricados digitalmente. Inspirándose en los fenómenos naturales, escriben programas de computadora y algoritmos basados en los procesos y patrones que se encuentran en la naturaleza y los usamos para crear arte, joyas y artículos para el hogar, únicos y asequibles.

Fundada en 2007 por Jessica Rosenkrantz y Jesse Louis Rosenberg, Nervous System ha sido pionera en la aplicación de nuevas tecnologías en diseño, incluidos los sistemas generativos, la impresión 3D y WebGL. Nervous System lanza aplicaciones de diseño en línea que permiten a los clientes co-crear productos en un esfuerzo por hacer que el diseño sea más accesible. Estas herramientas permiten infinitas variaciones de diseño y personalización. En la figura 2 mostramos algunas de las creaciones de la marca 5.

LACE



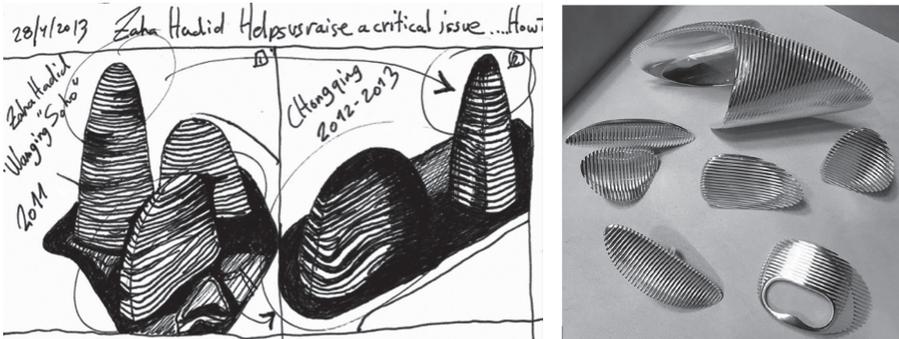
Figura 3. De izquierda a derecha: Allegro Cuff Steel; Flora Steel Bracelet; Orbit Steel Earrings; Gemino Steel Earrings, de la marca LACE. (<https://jennywulace.com>)

LACE³ es la línea líder en joyería de lujo en impresión 3D especializada en piezas elaboradas en metales preciosos mediante impresión 3D y acabadas con un meticuloso trabajo artesanal. LACE fue fundada en 2014 por Jenny Wu, socia de la oficina de arquitectura, Oyler Wu Collaborative. La colección LACE by Jenny Wu refleja la estética arquitectónica de Jenny, uniendo la geometría basada en líneas con un movimiento orgánico intrincado para crear diseños vanguardistas con un alto nivel de refinamiento digital. Las piezas de diseño intrincadamente detalladas se extienden a partir del trabajo arquitectónico de Jenny, combinando su sensibilidad de diseño moderno con lo último en tecnología y material de impresión en 3D.

Zaha Hadid

En contraste con las firmas anteriormente citadas, queremos destacar las creaciones que Zaha Hadid realizó para la prestigiosa firma danesa Georg Jensen, por el enorme potencial que el diseño paramétrico generativo tiene también en el diseño de joyas. Hadid, laureada arquitecta anglo-iraquí, fue la primera mujer en recibir el premio Pritzker de arquitectura en 2004, y supo a partir del dibujo y la geometría, aunar al concepto de su arquitectura la potencia del software digital paramétrico con el que revolucionaría las formas arquitectónicas en la manera innovadora de enfocar sus creaciones.

Abierta a experimentar a través de sus bocetos con conceptos basados en la abstracción e inspirados en sus arquitecturas, Zaha Hadid realiza la colección *Lamellae*, una serie de ocho modelos que incluye anillos y brazaletes en plata (Fig. 4), para la firma de alta joyería danesa, cuyas piezas están inspiradas en su proyecto arquitectónico Wangjing Soho, en Pekín. Entre otras colecciones en las que incorpora el diseño paramétrico generativo podemos citar *Glade*, diseñada para el Taller Swarovski, en la que Hadid transmite al cristal las formas orgánicas sinuosas inspiradas en la naturaleza, o la colección *Skein* diseñada para la firma suiza Caspita. Se trata de una serie de anillos generados mediante el algoritmo Voronoi, que permite combinar la potencia de la tecnología digital con la esencia del trabajo artesano, y que difícilmente podría ser fabricado por métodos tradicionales. La serie está compuesta por brazaletes y anillos fabricados en oro de 18 quilates.⁴



Figuras 4 y 5. Boceto de ideación y fotografía de la serie *Lamellae* de Zaha Hadid (<https://eliinbar.files.wordpress.com/2013/04/002b-copy-copy.jpg>) (<https://www.studioseed.net/blog/software-blog/parametric-generative-design-blog/python-software-poo/la-joyeria-de-zaha-hadid/>)

Objetivos

Con esta investigación se quiere poner de manifiesto la importancia que tienen todos y cada uno de los procesos que intervienen en la fabricación de objetos artesanales, si bien se destacan dos objetivos principales:

- Explorar a través de la ideación, el dibujo y el diseño analógico y vectorial, nuevas formas de fabricación de prototipos de joyas.
- Resaltar la importancia de la innovación dentro del contexto de la artesanía artística, desde la conceptualización (la puesta en valor de formas cotidianas que se dan en la naturaleza), y lo que implica la aportación de la tecnología digital frente a los modos tradicionales de fabricación artesanal (software y hardware).
- Innovar introduciendo nuevos sistemas de fabricación que posibilitan la creación de formas complejas, facilitando su materialización, especialmente las relacionadas con técnicas sustractivas, como en nuestro caso el corte láser.
- Innovar e impulsar el uso de materiales reciclados y reciclables en los procesos de fabricación de la joyería contemporánea.

Metodología

El dibujo es una forma de conocimiento muy valiosa e insustituible en todos los procesos creativos. Con él, nos ayudamos a lograr nuestro objetivo y obtener los resultados más apropiados. La idea original siempre aparece por primera vez en forma de boceto en un

diálogo interactivo entre lo imaginado y lo representado. Sin embargo, hoy en día, el uso de software de diseño asistido -CAD- y de modelado paramétrico, nos ha llevado a restar valor al fondo de la base de diseño: el dibujo.

En este proyecto queremos poner de manifiesto la importancia de mantener unidos ambos procedimientos gráficos. Para concretar la idea, hemos usado bocetos en la etapa inicial del proceso para definir los conceptos creativos y hemos desarrollado y experimentado cada uno los prototipos hasta encontrar la solución óptima. Convertir las ideas primigenias en algo tangible como las piezas creadas se convierte en la base principal de este proyecto.

La importancia del dibujo en el diseño

El dibujo es un medio básico para expresar ideas en diseño, ayudando a los diseñadores a crear piezas desde cero, desde la ideación y el concepto subyacente en el diseño hasta su materialización misma, ya sea como prototipo o como pieza final. En el proceso de diseño, el dibujo puede ayudar a los diseñadores a pensar de manera divergente, obtener más inspiración e ideas, y ajustar y mejorar constantemente el proceso.

A nivel e requerimientos previos, se hacen necesario establecer un marco de estrategias que posibilite un buen desarrollo posterior del proceso el diseñador recibirá:

- La formación de los conceptos básicos de diseño, muchas ideas se producen en forma del dibujo, sin mostrar detalles específicos, pero obtendrá un concepto general y la idea aproximada.
- Formación de conceptos, lluvia de ideas y re-dibujado de conceptos y escenarios seleccionados, desarrollando más ideas y luego comenzando a dibujar detalles y contenido detallados para hacer el concepto más concreto.
- Desarrollo y detalles. El concepto de diseño se ha definido en este momento, por lo que es necesario comenzar a resolver problemas pequeños y detallados, y luego estos detalles del diseño se ampliarán y dibujarán con más detalle.
- Decidir sobre el diseño. Después de las fases anteriores, y las evaluaciones sucesivas, el paso final definirá el producto en última instancia.

El dibujo es una representación bidimensional de la realidad, por lo que la correcta observación, lectura e interpretación es la base del diseñador y la base de todo diseño.

Por lo tanto, el dibujo es muy importante en el diseño, y algunas de las mejores ideas surgen en el devenir del proceso. Dibujar es una acción poderosa porque siempre ayuda a los diseñadores a descubrir las mejores ideas y soluciones en diseño, y también les permite a los diseñadores pensar de manera diferente, haciéndolos más sensibles, mejorando sus creaciones y ayudando a comunicar sus creaciones.

Dibujo aplicado al diseño de producto

A través del dibujo, se pueden transmitir los sentimientos de los autores, las historias, los orígenes, las culturas, los pensamientos, las emociones, etc. Proporciona a las personas una variedad de experiencias sensoriales, visuales, experiencias de la vida y puede convertirse en una forma de hacer que las personas sientan emociones. Por tanto, el dibujo es una forma indispensable de expresión del arte y del diseño que lleva inequívocamente a desarrollarse y coexistir juntos.

Todas las propuestas que se recogen en este proyecto se reconocen desde diferentes puntos de vista, pero entre todas ellas se seleccionaron aquellas más apropiadas a los objetivos planteados. Aunque muchas ideas han sido desestimadas, todas ellas han ayudado con el trabajo de diseño porque suponen un reto y son inspiración para encontrar respuestas y soluciones prácticas a los problemas encontrados para finalizar el diseño.

Diseñar y concebir de acuerdo con las características del material se ha convertido en un principio importante en el desarrollo del proceso proyectual y la fabricación de las piezas. La adaptación a este principio es una guía que nos aporta seguridad y nos proporciona una cierta garantía de éxito.

Más allá de las funciones simbólicas, también resulta importante cómo la pieza interactúa con el cuerpo humano en términos de sensaciones y emociones. Si bien el diseño de joyas actual sigue basándose principalmente en metales preciosos, con el devenir de los tiempos y los cambios sociales y tendencias que marcan las necesidades de las personas, se han incorporado nuevos materiales más democráticos cuyo valor está, no tanto en la unicidad, sino en la sostenibilidad y el respeto por el medio ambiente. Esta diversificación ha convertido el diseño de joyas artesanales contemporáneas en una tendencia.

Los materiales con los que se fabrican las joyas tradicionales son, por lo general, piedras y metales preciosos, que marcan el estilo más exclusivo. Ahora bien, los diseñadores pueden contar con una variedad de materiales para la fabricación, como metales, plásticos, vidrio, madera, cerámica, fibras químicas, papel y más, ya sean productos industriales, recuperados, transformados o reciclados. Esta tendencia está plenamente en consonancia con los nuevos paradigmas del diseño y las artesanías digitales contemporáneas.

En las imágenes (Fig. 6) mostramos joyas realizadas con materiales diversos: Plástico, como producto versátil, los plásticos se utilizan a menudo para hacer productos baratos. Es difícil pensar que el diseño de joyas tenga relación con él, pero su plasticidad y maleabilidad, y el auge de la impresión 3D y la parametrización, han hecho que los plásticos ocupen un lugar destacado en el diseño de joyas; Tela, que transmite suavidad y permite la versatilidad en cuanto a colores y texturas a la hora de combinar con la indumentaria y posibilitan la utilización de tejidos reciclados; Papel, igualmente interesante por la incorporación de papeles artesanales respetuosos con el medio ambiente en los procesos de fabricación; materiales mixtos obtenidos mediante la fusión de determinadas resinas con otras materias naturales; Madera, que siempre transmitirá una sensación de calidez y conexión con la naturaleza.