

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/213736>

This paper must be cited as:

Martínez Torán, M. (2022). Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales. En Artesanía y tecnología. De lo analógico a lo digital. Sendemà. 68-89. <http://hdl.handle.net/10251/213736>



The final publication is available at

Copyright Sendemà

Additional Information

Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales

Manuel Martínez Torán

Universitat Politècnica de València

La 'customización' del producto

En la actualidad las posibilidades que ofrece la personalización, basada en la comunicación bidireccional entre productores y consumidores, ayuda a mejorar las innovaciones en los productos. Hay una serie de definiciones que intentan describir el significado de este término. Una de ellas se refiere al desarrollo, producción, comercialización y entrega de un producto o servicio que ofrece varias opciones de personalizarse, lo que permite a una persona encontrar exactamente lo que necesita a un precio razonable.¹ Por otro lado, también se define la personalización como aquellos pedidos de los clientes, que se satisfacen a partir de una serie prediseñada de posibles variantes de productos, que pueden producirse y cumplir con un tiempo de entrega fijo.²

Sea de una u otra manera, sobre la personalización ya prestan especial atención las pequeñas y medianas empresas, que colaboran cada vez más en diferentes redes para desarrollar con éxito productos, que introducen esa compleja personalización. Algunos autores indican que uno de los aspectos que van a poner en valor su desarrollo, implica la colaboración que pone en común distintos conocimientos, y esa forma de realizarlo plantea retos de diversa índole.³ También se ve muy favorable la idea de que, cuando los consumidores participan en una propuesta de personalización, las empresas que promueven este tipo de productos, obtienen información (sobre los pedidos) de diferentes niveles de preferencias que tienen los clientes y, por ello, son capaces de ofrecer una experiencia de compra cada vez más adecuada a la demanda.⁴

Estos productos, también conocidos como individualizados o customizados, tienen cada vez un recorrido más parecido a la producción artesana que a la industrial.⁵ Por ello, el modelo productivo y comercial tienen sus similitudes, y la tecnología está contribuyendo a que esto pueda suceder. Sobre todo, por las posibilidades del control

¹ Pine II, B.J. (1993). *Mass customization: the new frontier in business competition*. Harvard Business School Press.

² Blecker T. and Friedrich, G. (2006). *Mass customization: challenges and solutions*. Vol. 87, Springer Science & Business Media.

³ Grafmüller, L.; Hankammer, S.; Hönigsberg, S. and Wache, H. (2018). Developing complex, mass-customized products in SME networks: Perspectives from co-creation, solution space development, and information system design. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 9(4), 215-227. <http://doi.org/10.24867/IJEM-2018-4-215>

⁴ Endo, S. and Kincade, D.H. (2008). Mass customization for long-term relationship development: Why consumers purchase mass customized products again. *Qualitative Market Research: An International Journal*, 11(3), 275-294. <https://doi.org/10.1108/13522750810879011>

⁵ Koren, Y. (2021). The local factory of the future for producing individualized products. *The Bridge*. NAE Journal, 20 – 26.

numérico aplicado a las operaciones sustractivas y aditivas, y por la digitalización del proceso (diseño y fabricación), cada vez más integrada y con entornos más amigables. Si a esto añadimos la aparición de los “no-diseñadores”, los *prosumers*, esos consumidores que cada vez participan más del diseño del propio producto y de lo que desean, tenemos los elementos necesarios que forman parte de todo este proceso.

Dado que la personalización puede convertirse en una herramienta táctica que brinda beneficios adicionales a los consumidores, este modelo se ha adoptado en varias actividades, como la moda,⁶ los muebles,⁷ la marroquinería o el calzado.⁸ También las marcas de lujo, que tardaron en lanzarse a la venta online, ahora ofrecen programas de personalización en línea para brindar un diseño individualizado y conectar con sus clientes.⁹

Por otro lado, aparece el reciente concepto de fabricación social.¹⁰ Se entiende como un novedoso modo de fabricación distribuida, colaborativa e inteligente, que propone y desarrolla productos personalizados. En la actualidad parece que solo se han hecho incursiones en el fenómeno de alta gama, pero se pretende en el futuro democratizarlo. Los principales componentes de la fabricación social se centran en las tecnologías clave para la personalización, como el modelado 3D, el escaneado 3D, los recursos de producción aditiva y sustractiva, y de corte o marcado (bien por láser, hoja de corte o costura). De estas soluciones tecnológicas cada vez se producen más mejoras y se obtienen resultados más precisos, y es fundamental poder contar con la experiencia del usuario. Además, la gestión colaborativa basada en compartir, comunicar y manejar información de manera eficiente entre todos los grupos e individuos en la nube y en la formación de comunidades, son las claves de la fabricación social. Si a esto incluimos mecanismos para que los talleres puedan ver apoyadas sus tomas de decisión, las empresas se actualizarán de tal forma, que mantendrán su competitividad en los futuros mercados relacionados con la personalización.

Por tanto, los sistemas de información, las tecnologías digitales, la robótica, y la inteligencia artificial (IA) son herramientas importantes para la innovación de estos procesos, especialmente para mejorar la eficiencia de la cadena de suministro, obtener datos en tiempo real, optimizar las entregas y reducir el tiempo necesario para la

⁶ Jin, B.E., Cedrola, E. and Kim, N.(. (2019). Process Innovation: Hidden secret to success and efficiency. In Jin, B., Cedrola, E. (eds). *Process innovation in the global fashion industry*. Palgrave Pivot. https://doi.org/10.1057/978-1-137-52352-5_1

⁷ Deserti, A. and Qian, X. (2009). Design oriented approaches to mass customization in furniture industry. In *IASDR2009*, Korean Society of Design Science, 2295-2304.

⁸ Marconi, M., Papetti, A., Scafà, M., Rossi, M. and Germani, M. (2019). An Innovative Framework for Managing the Customization of Tailor-made Shoes. *Proceedings of the Design Society: International Conference on Engineering Design*, 1(1), 3821-3830. <https://doi.org/10.1017/dsi.2019.389>

⁹ Park, M. and Yoo, J. (2018). Benefits of mass customized products: moderating role of product involvement and fashion innovativeness. *Heliyon* 4, e00537. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e00537>

¹⁰ Shang, X. Q., Wang, F.-Y., Xiong, G., Nyberg, T. R. Yuan, Y., Liu, S., Guo, C. and Bao, S. (2018). Social manufacturing for high-end apparel customization. *IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica*, 5(2), 489-500. <https://doi.org/10.1109/JAS.2017.7510832>

producción y dar el servicio. También la inteligencia artificial puede ser útil para la industria artesana: gestión de fabricación eficaz y eficiente, optimización de la productividad, minimización de errores humanos y ofrecer un mejor servicio al cliente, con ese toque de personalización.¹¹

Todavía se necesitará tiempo para implantar parte de esta automatización y poder capacitar al artesano y a sus empleados. A este ritmo, no hay duda de que la inteligencia artificial tendrá un impacto significativo en nuestra forma de trabajar. Ya se anunciaba en 2019, como estaba cambiando la forma en que la industria de la moda hace negocios introduciendo estas tecnologías en toda su cadena de valor. Ofrecer experiencias personalizadas y cómo realizar previsiones teniendo datos, es solo el comienzo de toda una serie de cambios que aparecerán en poco tiempo.¹²

Lo que no podemos obviar, es que la venta online ha revolucionado la intención de compra de artesanía en los últimos años. La visión de los consumidores sobre la artesanía ha pasado de una búsqueda de una estética cultural, a la de encontrar productos que añadan utilidad, y los artesanos están atendiendo a las demandas de la artesanía con ideas innovadoras alrededor de esta variable, que antes no estaba lo suficientemente desarrollada. Los artículos de artesanía tradicional, están pasando de ser un nicho de consumidores a una base muy amplia de consumidores de tendencias, por lo que están teniendo una gran aceptación entre las actuales generaciones de consumo. Estos prefieren ese modelo de artesanía frente a los productos de lujo, porque ofrecen esa utilidad y porque son ecológicos. Además, la aparición del comercio electrónico ha demostrado ser un modo de reducir distancia entre artesanos y consumidores, permitiendo el acceso a múltiples productos y la aparición de plataformas adecuadas para ello. Solamente, sabiendo gestionar estos recursos de venta, darse a conocer y mantener una comunidad que te aporta información, ir ofreciendo experiencias alrededor de la venta de productos y servicios, tendremos los primeros indicadores que nos podrán ir acercando cada vez más a esta personalización.

Posibilidades que ofrece el diseño paramétrico

El diseño paramétrico consiste en presentar todos los elementos, con los que se desarrolla el proceso de diseño, con datos. El modelo geométrico ya no está determinado por bocetos gráficos dibujados con papel y lápiz, ni siquiera por la obtención de un simple modelo tridimensional y digital, sino por la construcción del diseño por medio de datos y la lógica del modelo directamente. Su método de diseño y construcción no es como el utilizado en el software de diseño con el que podemos estar más familiarizado, basado en un espacio de trabajo 3D donde elementos como

¹¹ Eskak, E. and Salma, I. R. (2020). Utilization of artificial intelligence for the industry of craft. *Proceedings of the 4th International Symposium of Arts, Crafts & Design in South East Asia (ARCADESA)*. <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3807689>

¹² Luce, L. (2019). Virtual style assistants. In *Artificial intelligence for fashion*. Apress, Berkeley. https://doi.org/10.1007/978-1-4842-3931-5_5

puntos, líneas y planos, nos permiten realizar de forma más o menos intuitiva el modelado, ensamblado, estiramiento de puntos y otras acciones para completar la geometría. Estos sistemas tienen más de plataforma operativa, que de acuerdo con la disposición y los enlaces interactivos de los datos, permite completar el proceso de diseño. Esta aplicación de datos aporta las definiciones y limitaciones del proyecto, permitiendo que se agreguen variables matemáticas y algoritmos a las propias de diseño. A través de la combinación de estos datos y algoritmos, se pueden crear modelos basados en la lógica matemática o en modelos naturales.

El modelado generativo, gracias a la codificación, está aportando un gran cambio al diseño y facilitando la idea de una artesanía digital. Este proceso de modelado tridimensional se caracteriza por acercarse a la programación informática, pero con un enfoque más fácil o con un interfaz más amigable gracias a sus componentes visuales. El sistema permite implementar las operaciones normales de generación, transformación e incluso evolución sustancial de los modelos, a través de procesos reversibles, conservando la memoria de las geometrías originales. Los algoritmos permiten a los diseñadores superar las limitaciones del software “tradicional” y lograr un nivel mucho más alto de complejidad y control sobre los elementos, las formas y las geometrías que configuran el objeto.

En el modelado algorítmico el usuario tiene la posibilidad de crear objetos tridimensionales, a través de un sistema basado en distintos tipos de relaciones, que permiten la construcción de cualquier geometría compleja. Esta descripción se realiza mediante el desarrollo de un diagrama de nodos (algoritmo visual) según una lógica asociativa, con editores específicos que operan en paralelo con el software de modelado. Por tanto lo que se manipula no es el objeto, sino su proceso de construcción y sus datos.

De esta forma, las herramientas de modelar permiten la generación y el control de formas complejas a cualquier escala, desde el diseño de un ensamble hasta la arquitectura de la cubierta de un edificio. Los sistemas de diseño paramétrico son dinámicos y modificables en tiempo real, mediante la variación de los parámetros definidos durante la construcción del diagrama que le acompaña. Esto permite ventajas inmediatas en relación a la exploración, control y racionalización de la forma.¹³

De este modo, aparecen en los últimos años desarrollos de sistemas de diseño generativo que permiten la personalización de piezas de cerámica, joyería, calzado y otros elementos de decoración. Todo ello se consigue a partir de esta configuración de software que se centra en la creación de formas genéricas que pueden ser codificadas a través de modelos paramétricos.¹⁴ Esta forma de trabajo permite a los diseñadores desarrollar colecciones de artesanía personalizable, que luego se pueden customizar

¹³ Di Roma, A., and Scarcelli, A. (2020). Computational design: From algorithms to digital production for traditional manufacture sectors. In *Perspective on Design*, Springer, 315-327

¹⁴ Pereira, D. J. N. (2019). NikeiD: Case study on footwear customization [Dissertação de mestrado, Iscte-Instituto Universitário de Lisboa]. Repositório Iscte. <http://hdl.handle.net/10071/19421>

Citar como: Martínez Torán, M. (2022). Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales, en *Artesanía y tecnología. De lo analógico a lo digital* (pp. 68-89). Editorial Sendemà. Descargable en abierto: https://sendemaeditorial.es/index.php?id_product=59&rewrite=artesanía-y-tecnología-de-lo-analógico-a-lo-digital&controller=product

por parte del usuario mediante configuradores, que hoy en día se pueden manejar incluso desde internet.

Algunos de estos configuradores parten, por ejemplo, de *plugins* como Grasshopper y en el caso del calzado, a través del escaneado de la huella del pie, estableciendo parámetros que pueden definir la horma adecuada a un zapato a medida.¹⁵ Si a esto le añadimos cómo la impresión 3D ofrece una mayor libertad geométrica, aumentan las posibles soluciones de diseño y su producción.¹⁶ En este contexto, el diseño paramétrico y los procesos de optimización topológica permiten que un consumidor se autodiseñe sus propios anillos, collares o brazaletes, como tiene desarrollado el conocido estudio Nervous Systems, y poder seleccionar el acabado y recibir en el domicilio, una vez abonado, el trabajo.

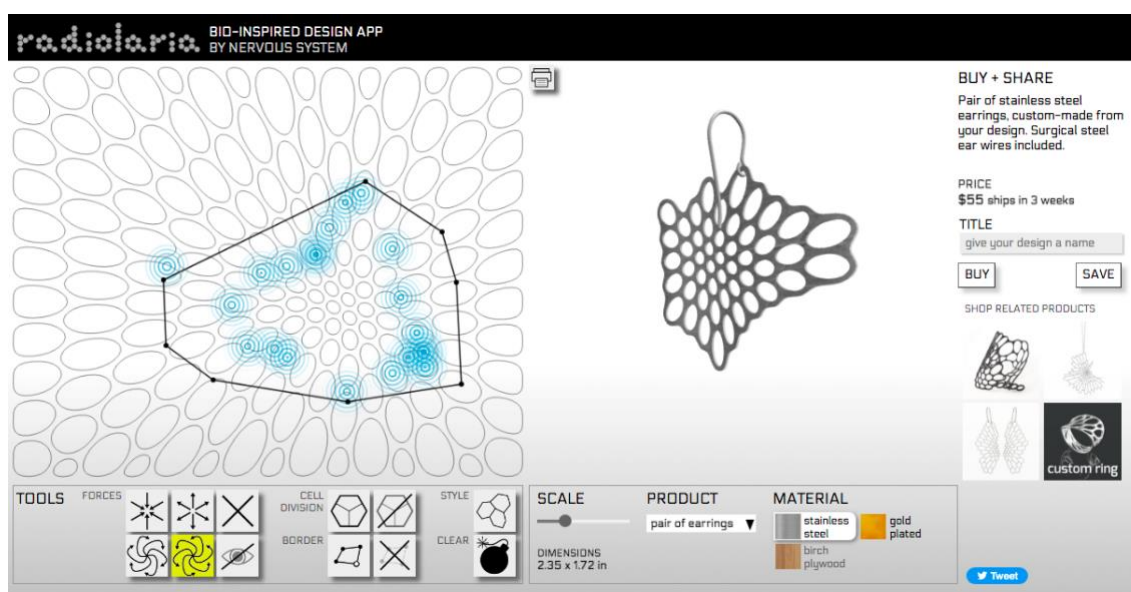


Figura 1. Los configuradores que permiten al usuario diseñar su producto de forma personalizada, permiten de forma paramétrica obtener la geometría deseada, incluyendo material, acabado, precio y plazo de envío. Interfaz de Radiolaria, primero de varios proyectos de personalización desarrollado por el estudio Nervous Systems, 2007 (última actualización de la aplicación en 2012). Realizado utilizando ProcesamientoJS, Javascript y WebGL.

El diseño paramétrico permite adaptar un diseño básico a las características específicas de uso mediante la modificación del valor de algunos parámetros. Estas herramientas de diseño pueden aplicarse en cualquier campo, pero su potencial es especialmente

¹⁵ Grasshopper es una herramienta de diseño paramétrico desarrollada por McNeel Corporation desde 2007. Se instala en el software de modelado 3D Rhinoceros producido por la misma empresa en forma de complemento. Es un software que sigue en desarrollo y muchas funciones se agregan y ajustan a menudo cuando se actualiza el número de versión. Se utiliza principalmente para crear algoritmos generativos. Los modelos geométricos 3D se crean a través de conectores, el diseño de los mismos parámetros y varios tipos de cálculo.

¹⁶ Gibson, I., Rosen, D. and Stucker, B. (2015). *Additive manufacturing technologies. 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing*. 2nd ed., Springer.

significativo en el caso de productos que deban adaptarse a las características particulares de cada usuario, un enfoque de gran interés para las estrategias de personalización. Así pues, cualquier producto relacionado con aspectos ergonómicos (por las tallas, medidas de partes del cuerpo) puede beneficiarse de este tipo de punto de vista. Las aplicaciones comerciales en mercados como el de la moda o las compras personalizadas son ejemplos de este potencial.

Además, este tipo de modelos permite obtener soluciones más factibles que cumplen los objetivos de diseño, como desarrollar piezas o estructuras ligeras y optimizadas. Este tipo de procesos de optimización topológica adquieren cada vez más importancia, como herramientas que guían la elección de las soluciones de diseño más adecuadas. Tal y como puede ser en la artesanía, hay otros ámbitos muy similares donde antes el trabajo manual, la personalización y la pieza única eran muy importantes, como la creación de ortoprótesis o las plantillas de pie, donde ya se están utilizando estos sistemas ampliamente.¹⁷

Junto a ello, las tecnologías de impresión 3D ofrecen nuevas e importantes posibilidades de fabricación, pero su potencial es más grande con el apoyo de estas herramientas, con las que puede explotarse realmente su efectividad. En este sentido, el diseño paramétrico y la optimización topológica del diseño aparecen como dos complementos adecuados para la fabricación aditiva. Las sinergias que existen entre estas tres tecnologías permiten enfoques integrados para el diseño de productos personalizados. Mientras que la fabricación aditiva permite materializar geometrías complejas (algunas no pueden resolverse de otra manera), el diseño paramétrico y generativo permite adaptar los diseños a las características de personalización que busca el usuario, y la optimización ayuda a elegir la mejor solución de diseño según los objetivos que se deseen marcar.¹⁸

Orígenes de las tecnologías de fabricación digital en la artesanía

Las herramientas de grabado que introducen aplicaciones por control numérico quizás sean los primeros dispositivos que se implantan en beneficio del sector artesano. El marcaje de textos o imágenes vectorizadas (elementos bidimensionales) es uno de los trabajos habituales que los grabadores de placas o sobre otros materiales hacían y siguen haciendo, y en la medida que el láser y las fresadoras se incorporan paulatinamente en otros procesos, van a empezar a utilizarse también en otras formas de artesanía. Será el arte funerario quien empiece a recurrir a ello para realizar lápidas, tanto en bajorrelieve (fresado superficial, utilizando fresas y cabezales refrescados por chorro de agua) como en la producción de retratos grabados por láser sobre piedra, que sustituirían a los fotograbados que con los años se deterioraban. Este trabajo a

¹⁷ Ambu, R., Motta, A. and Cali, M. (2020). Design of a customized neck orthosis for fdm manufacturing with a new sustainable bio-composite. In *Design tools and methods in industrial engineering*. Springer, 707–718.

¹⁸ García-Dominguez, A., Claver, J. and Sebastián, M. A. (2020). Optimization methodology for additive manufacturing of customized parts by Fused Deposition Modeling (FDM). Application to a shoe heel. *Polymers*, 12(9), 2119. <https://doi.org/10.3390/polym12092119>

finales ya de los años 90 se hacía partiendo de software de diseño 2D tipo Corel Draw, y hoy en día el rango de herramientas de diseño (en abierto o comerciales) es más amplio, y los materiales que se empezaron a trabajar fueron sobre distinto tipo de piedras, como granito, pizarra o mármol. Del trabajo bidimensional algunas empresas integraron tecnología con la que empezaron a realizar instalaciones en 3D para la restauración arquitectónica y escultórica de grandes dimensiones, recurriendo no sólo a tecnologías de corte y fresado de puente, sino a robots de siete ejes adaptados para el mecanizado de modelos tridimensionales.

Cuando hablamos del trabajo en madera, su origen lo tiene en la carpintería de los años 70 y se vino a introducir a la hora de realizar procesos de corte de tablero y a sustituir, poco a poco, donde antes se venían a utilizar pantógrafos (copiadoras) en talla para realizar piezas repetitivas. A partir de ahí, desde la reproducción de todo tipo de elementos ornamentales de muebles clásicos, hasta la realización de molduras de puertas, se empezarán a utilizar centros de mecanizado o controles numéricos de corte en diferentes formatos de producción. En la artesanía de la madera se introduce hace 20 años en España sobretodo, tanto en la elaboración de esculturas religiosas como de facilitar molduras o elementos que no significaban un trabajo preciso, sino rutinario. De máquinas de puente móvil de 3 ejes (grabadoras) se empezaron también a introducir celdas robotizadas o de cabezal libre, que ponían la fresa en cualquier posición, y que permitirán reproducir modelos más amplios, geometrías complejas o formas no analíticas. A su vez, facilitarán desde la realización de patrones para otro tipo de soluciones (moldes), hasta la solución de diferentes elementos decorativos o aplicarse en la restauración de elementos dañados en la arquitectura. En estos casos se empezó a trabajar con software de diseño asistido por ordenador (CAD-CAM) más complejo, como era el Unigraphics (actual Siemens) y a introducir sistemas de escaneado tridimensional, que entonces todavía eran elevados de coste, sobretodo para poder rentabilizarlos.

También este fue el caso de la artesanía fallera, que se introdujo en el control numérico hace 25 años a través de la tecnología de corte por hilo térmico, que inicialmente empezaron a utilizar para desbastar bloques de poliexpan (poliestireno expandido) y poco a poco, los fabricantes de maquinaria fueron desarrollando software de máquina (CAM) menos complejo y más interconectado con el de diseño, que permitiría el desarrollo de un modelaje mucho más preciso, trabajando con el movimiento de dos guías y la posición del hilo. En este caso, el escaneado tridimensional empezó a ser una herramienta de mucho interés para poder reducir los tiempos de producción, obteniendo el modelo a partir de la maqueta (del proyecto aprobado por la falla), que ayudaría a escalar la reproducción digital, de tal forma que se podían obtener las plantillas de corte y perfilar el modelo en poliexpan a escala real.

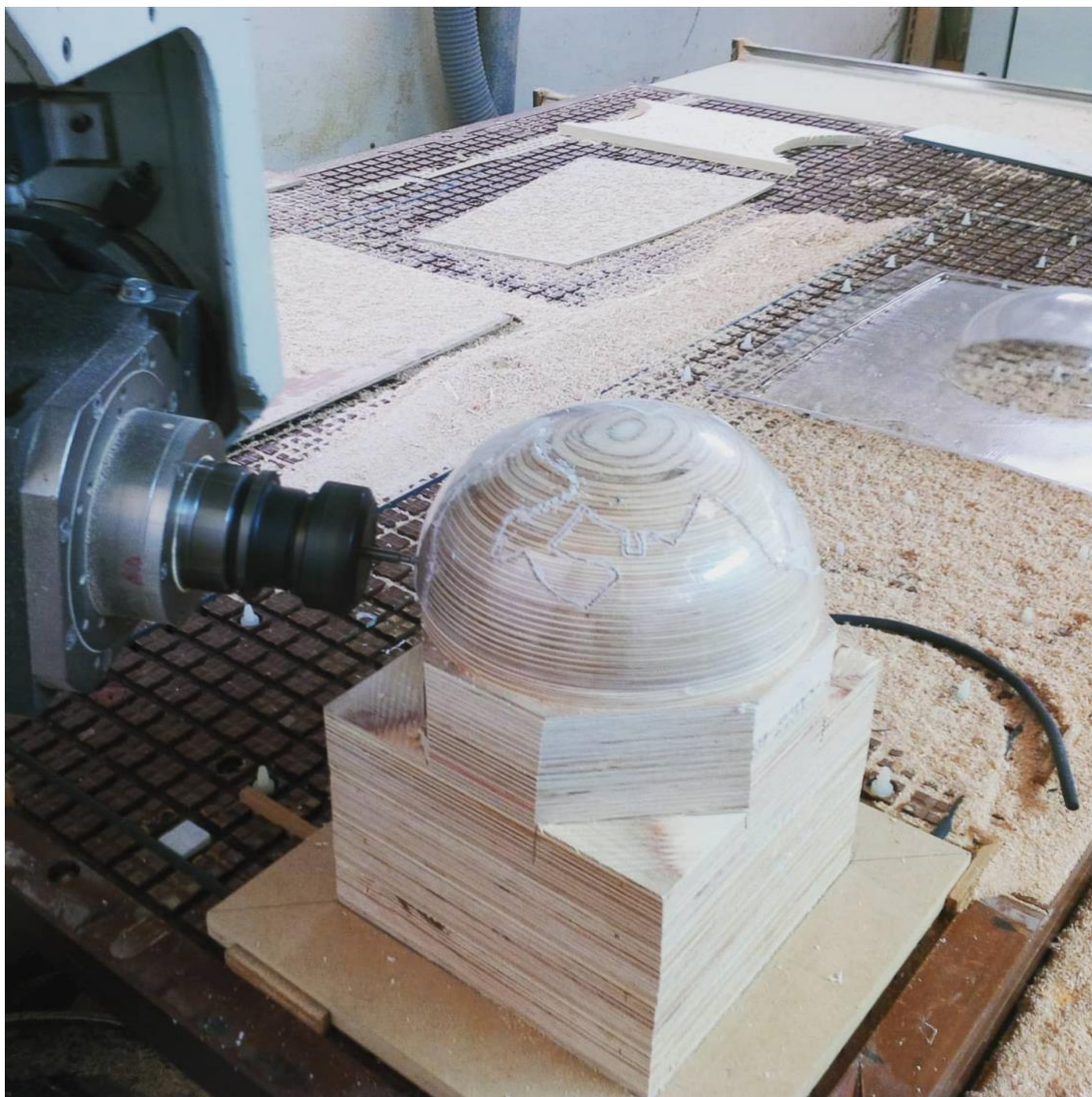


Figura 2. Cabezal de mecanizado libre para dar solución a múltiples aplicaciones, sobretodo en bloque de madera pero también en otros materiales como el poliestireno extruido o resinas. Corte de un trayecto sobre pieza termoconformada en PETG, que servirá de soporte para una pieza de vidrio en una exposición arqueológica. El molde para termoconformar se mecanizó con el mismo dispositivo. Coordinación proyecto: Manuel Martínez Torán, 2013. Fuente: Hertalla, artesano acreditado 3527 (Paterna)

En el caso de la joyería tenemos la primera actividad artesana que empleará sistemas de impresión 3D en los años 90 (tecnología entonces todavía conocida como de prototipado rápido), que desde el principio permitía realizar tanto modelos de cera directos como la obtención de modelos de resina fundida, para realizar patrones orientados a la microfusión. La realización repetitiva de este tipo de modelos para crear los árboles de anillos o piezas similares empezaron ya a ser utilizadas entonces y, dado su interés, provocaron incluso desarrollos para mejorar procesos y materiales.

De la joyería, pasamos a otro tipo de artesanía como es la fundición artística, que también puede utilizar estas tecnologías, bien para mecanizar de forma sustractiva

patrones para cera perdida en dimensiones grandes o bien, para obtener de forma aditiva modelos de arena directos (*Sand Casting*), a través de tecnología Binder Jetting que utiliza un aglutinante (bien sea de resina de furano, fenólico o de silicato). Las primeras máquinas que intentaron introducirse a nivel mundial en esta actividad fueron las del sistema de prototipado LOM (Laminated Object Manufacturing) pero no consiguieron tener el éxito que esperaban los fundidores y porque empezaron a generar problemas los dispositivos, ya que el material (que era resultado de capas de papel) se podía incendiar. Para el caso de la fundición artística, también podemos realizar patrones mecanizados en poliestireno que, bien aplicado el sellado y destacados los detalles, podemos llevarlos posteriormente a moldes de silicona proyectada para rellenar de cera. Actualmente se van extendiendo progresivamente las máquinas que generan el modelo de arena por compactación de aglutinante, pero todavía son muy costosas y se emplean en ámbitos más industriales.



Figura 3. Silicona partiendo de un modelo en espuma mecanizado con celda robotizada. Reproducción del busto de Alfons El Magnánim escaneado tridimensionalmente, que finalmente es fundido en bronce a la cera perdida. Coordinación: Manuel Martínez Torán, 2008 para el Palau de la Generalitat vía IVACOR. Fuente: Jaume Espí, escultor y fundición a la cera perdida (Carlet)

Un tema importante para todo este tipo de talleres, ya empezó a representar entonces dos elementos que hasta la fecha pueden ser muy interesantes a considerar: uno, la reducción de tiempos dependiendo de si se dispone de un archivo digital, y por otro, la reducción de costes en la medida que podemos estar eliminando hasta un 70% de los costes habituales de producción.

De lo digital a lo analógico, y viceversa

Las primeras experiencias de diseño buscando la personalización se realizaron a finales de los años 90 con Bernard Cache, arquitecto y profesor en Laussane, uno de los primeros diseñadores en intentar “democratizar” el diseño con sus modelos paramétricos de muebles y paneles decorativos, que podían modificarse a través de Internet. Los “Cache”, como él llamó a sus diseños, fueron concebidos como objetos no estándar, calculados desde un software de modelado y producidos con máquinas de CNC. Fue la modificación de los parámetros de diseño lo que permitía la producción de diferentes formas en la misma serie, haciendo así posible la personalización. De alguna manera, Cache reflexionaba sobre la producción industrial de objetos únicos, aunque no identificaba su trabajo con la artesanía. Aún así, su pensamiento sobre las estructuras fractales, la topografía de las superficies y el lenguaje matemático, marcaron el trabajo que realizó junto a Patrick Beaucé desde la marca Objectile:¹⁹

“Ahora, podemos prever sistemas de segunda generación en los que los objetos ya no se diseñan, sino que se calculan. El uso de funciones paramétricas nos abre dos grandes posibilidades. En primer lugar, este modo de concepción permite diseñar formas complejas que serían difíciles de representar con los métodos tradicionales de dibujo (...). En segundo lugar, estos sistemas de segunda generación sientan las bases para un modo de producción no estándar. En efecto, la modificación de los parámetros de cálculo permite la fabricación de una forma diferente para cada objeto de la misma serie. Así, se fabrican industrialmente objetos únicos.”

A principios de siglo los profesores de la Universidad ETH de Zurich, Fabio Gramazio y Matthias Kohler, dieron un paso más en 2002 con su proyecto mTable. El resultado fue un diseño de mesa paramétricamente variable (con agujeros), y para ello crearon una aplicación interactiva para teléfonos móviles, para que los usuarios pudieran especificar fácilmente el tamaño, las dimensiones, el material y el color de la mesa. A continuación, la aplicación te permitía interactuar en la superficie del sobre de la mesa, moviendo diferentes puntos de deformación y presionarlos, de tal forma que se podían crear agujeros con bordes muy finos. Si el cliente estaba satisfecho con el diseño en la web, entonces terminaba de establecer la definición de la mesa con una serie de datos dimensionales y estableciendo el pago del pedido. El último paso, es colocar el material, siguiendo una orden de producción, en una fresadora CNC para mecanizar su geometría. Gramazio y Kohler no sólo estaban interesados en un diseño interactivo y personalizable, querían “examinar las consecuencias de la interacción con el cliente cuando se diseñan productos no estándar”.²⁰ En aquellos momentos trabajaron sobretodo paneles y otros objetos decorativos como la mTable, aunque su

¹⁹ Cache, Bernard (1995). *Earth moves. The furnishing of territories*, The MIT Press, Cambridge, 1995.

²⁰ Gramazio, F. and Kohler, M. (2008). Towards a digital materiality. In Kolarevic, B. and Klinger, K. (eds.). *Manufacturing material effects*. Routledge, 103-118.

Citar como: Martínez Torán, M. (2022). Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales, en *Artesanía y tecnología. De lo analógico a lo digital* (pp. 68-89). Editorial Sendemà. Descargable en abierto: https://sendemaeditorial.es/index.php?id_product=59&rewrite=artesanía-y-tecnología-de-lo-analógico-a-lo-digital&controller=product

línea de investigación derivó con los años en la producción automatizada de elementos constructivos para la arquitectura.²¹



Figura 4. *mTable*, mesa diseñada por Gramazio y Kohler (2002). Fotografía de Roman Keller. Fuente: *mshape.com*, Architonic y ETH de Zurich

Más adelante, se abrieron más caminos para reflexionar sobre la democratización del diseño, con el trabajo citado de Nervous Systems (Rosenkrantz y Louis-Rosenberg) con *Radiolaria* (2007) y luego *Cell Cycle* (2009) o *Kinematics* (2014), en 2012 aparece *SketchChair* (con Greg Saul *et al.*) y en 2013, iniciativas como *Spoke Creator* (de MatterMachine, actualmente desactivado el configurador), todos ellos coincidiendo en una visión basada en la personalización, y en una programación orientada a la creación y fabricación digital. En el caso de las aplicaciones de Nervous System están más encauzadas a sistemas aditivos y la obtención de la pieza diseñada online, en cambio con *SketchChair* se planteó la descarga de una aplicación *open source* con la que podías trabajar, y obtener el fichero con el que diseñar tu propio mueble.²²

Con la aparición de estas y otras iniciativas, se inician también actividades alrededor del *open design* (u *open making*) y la colaboración con talleres y pequeñas unidades de producción, que contaban con sistemas de corte por CNC para producir localmente los diseños que se exponían en abierto, aunque lo único que podía hacer el usuario era

²¹ van Stralen, M. (2018). Mass Customization: a critical perspective on parametric design, digital fabrication and design democratization. *22º Congresso da Sociedade Iberoamericana de Gráfica Digital (SIGraDi)*, 142-149. <https://doi.org/10.5151/sigradi2018-1770>

²² Saul, G., Lau, M., Mitani, J. and Igarashi, T. (2011). *SketchChair*: an all-in-one chair design system for end users. *ACM Press*, 73. <https://doi.org/10.1145/1935701.1935717>

Citar como: Martínez Torán, M. (2022). Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales, en *Artesanía y tecnología. De lo analógico a lo digital* (pp. 68-89). Editorial Sendemà. Descargable en abierto: https://sendemaeditorial.es/index.php?id_product=59&rewrite=artesanía-y-tecnología-de-lo-analógico-a-lo-digital&controller=product

interactuar seleccionando las posibilidades de material que se ofrecían y la elección del taller más cercano donde se mecanizaban las piezas. Para los diseñadores se abría la posibilidad de dar visibilidad a sus proyectos en un formato abierto y colaborativo. Los que mejor pudieron realizar pruebas al respecto fueron los diseñadores y emprendedores de la plataforma para muebles en abierto Opendesk (Ian Bennink, Tim Carrigan, James Arthur, Joni Steiner y Nick Ierodiacono en 2013), que fue un proyecto en el que los últimos tres ya trabajaban con Wikihouse (Development 00), plataforma en la que sí que plantearon una cierta parametrización personalizada, en función del sistema modular que incorpora su sistema edificatorio de construcción. Muchas de estas iniciativas fueron recogidas por Alec Newson para el Desing Museum de Londres, en la exposición *The Future is Here* que comisarió en 2013, para arrojar luz sobre las transformaciones de la "tercera revolución industrial".

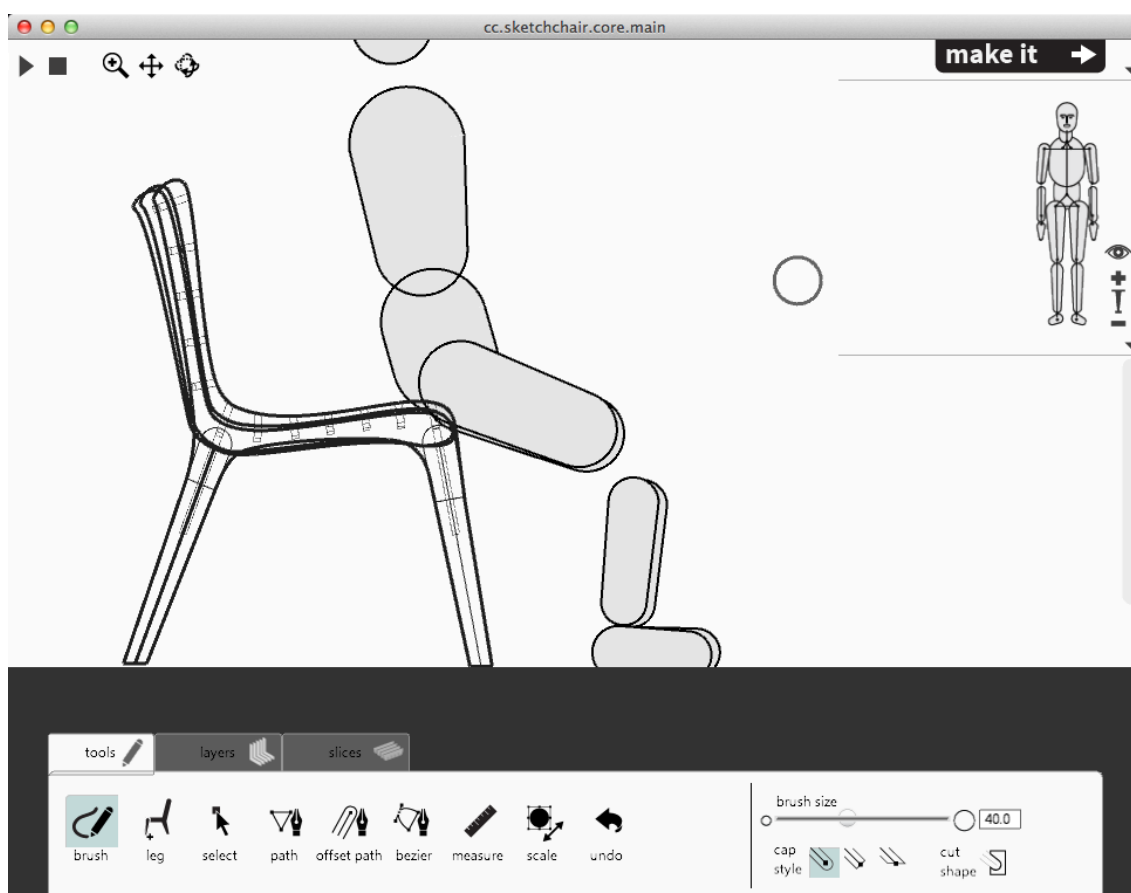


Figura 5. Interfaz de SketchChair Design (2012), creado por Greg Saul y JST ERATO Igarashi Design UI Project. Fuente: Wiki del tutorial de sketchchair.cc

Desde el diseño, la arquitectura y la misma artesanía ha surgido una nueva generación, que toma lecciones tanto de la era preindustrial como de la industrial, iluminado por nuevas metodologías que han surgido de las tecnologías de fabricación, como de la era del servicio y la de las experiencias, que hablan de la importancia de la personalización. Hay un renovado interés en construir conocimiento a través de la repetición y la

Citar como: Martínez Torán, M. (2022). Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales, en *Artesanía y tecnología. De lo analógico a lo digital* (pp. 68-89). Editorial Sendemà. Descargable en abierto: https://sendemaeditorial.es/index.php?id_product=59&rewrite=artesanía-y-tecnología-de-lo-analógico-a-lo-digital&controller=product

práctica de un oficio artesano, empleando la ayuda de herramientas digitales para personalizar y crear productos nuevos.²³

Las tecnologías de fabricación digital están transformando distintas disciplinas y sus prácticas. Ahora es habitual que un diseñador de producto realice casi todo el proceso de diseño, desde la creación hasta la fabricación, utilizando medios digitales. También hay que decir que, al mismo tiempo, las artesanías tradicionales están experimentando un resurgimiento y los productos artesanales son cada vez más valorados en un mundo lleno de artefactos *low-cost* producidos en serie.²⁴

El camino entre lo digital y lo analógico es cada vez menos complicado, y la parametrización también viene acompañada de una de las herramientas que nos permite convertir información 3D de geometrías que de otra forma son complejas, como es la digitalización tridimensional. En el caso de la moda y el calzado algunas soluciones se basan en el escaneo de una parte del cuerpo, pero la mayoría se basa en avatares 3D, donde el tono de la piel, el peinado, etc. se pueden modificar, además de los avatares modelados a partir de medidas corporales. Ciertamente los sistemas de escaneo son más precisos que estos avatares, bien a través de probadores virtuales o de aplicaciones de Smartphone que contemplan esta captura de datos antropométricos personalizados, sin necesidad de herramientas al uso más precisas.²⁵

Poder escanear y obtener ficheros a partir de geometrías modeladas o trabajadas a mano, obtener superficies no analíticas, de la anatomía de un ser vivo o de la naturaleza ya son una realidad, y cada vez con sistemas más precisos y más económicos que hace 20 años. Hoy en día, actividades artesanas que trabajan en la restauración o talla de madera o piedra, los artistas falleros y todos los que realizan objetos a medida, han tenido o tienen experiencias con este tipo de sistemas a la hora de tenerlas digitalizadas, bien por un interés documental o bien porque ha sido necesaria para su producción aditiva o sustractiva. No digamos si incorporar estos ficheros digitales, en función del fenómeno del metaverso, pueda resultar de interés como negocio en el futuro de la artesanía.

Disponer de un archivo digital que permita cambiar uno o varios detalles

Hoy en día los artesanos son considerados, en muchos países, como el modelo de resurgimiento económico, gracias a su capacidad de combinar los conocimientos productivos locales, la investigación tecnológica, el conocimiento de materiales y la capacidad de personalizar los productos. Sin embargo, no hay acuerdo sobre lo que

²³ Virginia San Fratello, R.R. (2018). A Craft it Yourself Future, In Kolarevic, B., and Duarte, J.P. (coord.). *Mass customization and design democratization* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781351117869>

²⁴ Bernabei, R. and Power, J (2018). Hybrid design: Combining craft and digital practice. *Craft Research. Intellect*, 9(1), 119-134. https://doi.org/10.1386/crre.9.1.119_1

²⁵ Pei, J. (2022). The effective communication system using 3D scanning for mass customized design. In Zakaria N. (Ed.). *Digital manufacturing technology for sustainable anthropometric apparel*. The Textile Institute Book Series, Woodhead Publishing, 211-229

debe ser el artesano del futuro.²⁶ Friel habla de dos corrientes respecto a la artesanía, y si nos basamos en aquella que debe superar retos como la pérdida de los valores tradicionales, la fuerte competencia de precios y las dificultades para comunicar los valores culturales y técnicos que se encuentran en sus productos, esta visión alternativa del "artesano del futuro" encuentra interesantes ecos en el mundo del diseño. Este nuevo paradigma del diseño que se basa en la autoproducción, en un enfoque estratégico de la innovación, el del surgimiento de nuevas empresas que empezaron como talleres locales, puede transformar sus actividades artesanales, orientándolas hacia una renovación de los productos y sus estrategias de comunicación.

En cualquier caso, parece indudable que, para sobrevivir y ganarse el papel que le corresponde en nuestro tejido económico y cultural, la artesanía tendrá que afrontar estos desafíos, elegir su camino e integrar su tradición en las nuevas tendencias locales, nacionales y mundiales. La tecnología es una de ellas, en la medida que la transformación digital se incorpora en todos los estadios de la sociedad, la administración, los negocios y la producción.

En este último caso, cuando hablamos de personalización, la importancia del archivo digital es la prioridad. Hoy el diseño pasa para su ejecución por esta fase, donde la tecnología ha venido para quedarse y en muchos casos, viene para complementar, facilitar e incluso mejorar, los resultados de producción que se pueden obtener. En ningún caso, el diseño digital vendrá a sustituir la creatividad ni la capacidad técnica del artesano o su equipo. Dicho esto, la primera decisión es la de otorgar dónde queremos situar el grado de personalización de nuestros productos, y por ello, decidir el esfuerzo tecnológico que queremos incorporar en el proceso, interactuando con los clientes.

Los profesores de las universidades de Nanjing (China) y de Chiba (Japón) Quian *et al.* hablan de ese nuevo modelo, que aplica las nuevas tecnologías (como las de control numérico e impresión 3D) pensando en un sistema de personalización que denominan *mass art customization*.²⁷ Bajo este modelo hacen referencia a cuatro niveles de relación e interacción del servicio con el consumidor, que pueden servir para tomar una primera decisión en la que digitalmente poder situarse: (1) con alternativas a partir de elegir el modelo ya realizado (digitalmente), que denominan producto "recomendado"; (2) en el elemento o parte de una pieza, que se modula o une con otra creada de la misma manera, en otro material o proceso, o que puede ser reconstruida para sustituirla o ampliar el modelo (como un kit), a la que denominan producto "de ensamble" o "de montaje"; (3) un producto que se modifica, de tal forma que se le presenta al consumidor como una serie de alternativas que le permiten una personalización a medida de sus gustos o criterios, y que están normalmente basados en parámetros, algoritmos o programas que se adaptan a las

²⁶ Friel, M. (2020). Crafts in the contemporary creative economy. *Aisthesis*, 13(1): 83-90. <https://doi.org/10.13128/Aisthesis-11599>

²⁷ Quian, W.; Ono, K. and Watanabe, M. (2020). Definition and characterization of mass art customization. *Journal of the Science of Design*, 4(2), 39-48. https://doi.org/10.11247/jsd.4.2_2_39

posibilidades que se le pueden asegurar, y que denominan productos “transformables”; y (4) finalmente aquellos que en una actitud completamente más abierta, el consumidor o *prosumer*, define las características del producto final en una posición de “no-diseñador”, a partir de una idea, una imagen o un esbozo de lo que quiere, a lo que vienen a denominar producto “de creación”. Salvo esta cuarta situación, el resto va a ser conveniente que incorporen modelos digitales en 3D que facilitarán esa personalización, siendo en el cuarto caso posible, si el diseño no resulta muy complejo o esté muy bien parametrizado, para que también pueda resolverse a través de modelos tridimensionales digitales.

Entornos antes mencionados, como la moda, no solo hablan de estas tecnologías, también se amplían a los ERP (*Enterprise Resource Planning*) ya utilizados en la industria, los sistemas MTM (*Made to Measure*),²⁸ el comentado escaneado 3D y los probadores virtuales, y de una forma combinada e interrelacionada, están impulsando la digitalización del resto del negocio, como es la propia gestión de la producción.²⁹

La consecuencia de estos avances tecnológicos es que los proyectos no solo se diseñan, sino que también se realizan digitalmente a través de los procesos *file-to-factory* de las tecnologías de fabricación aditiva y sustractiva. Los procesos para construir un diseño son ahora más directos y pueden ser a la vez más complejos, porque la información puede ser extraída, intercambiada y utilizada con mayor facilidad y rapidez. Gracias al diseño paramétrico y la fabricación digital, ahora es posible producir productos no estándar y muy diferenciados, desde calzado y vajillas hasta muebles y componentes de construcción. La variedad ya no compromete la eficiencia y la economía de producción. Además, las definiciones paramétricas de la geometría de estos productos son accesibles de forma muy interactiva a cualquier persona, que puede diseñar sus propias y únicas versiones del producto. Las tecnologías digitales de diseño y producción, están dejando y dejarán su huella en la artesanía de principios del siglo XXI.

La percepción de la artesanía en la era digital depende de lo que entendemos cómo artesanía y de quién la percibe, y ambas son variables. Sin embargo, siempre hay una expectativa de relaciones mutuas interactivas, de cohesión receptiva entre sus creadores, las herramientas, los propios productos y sus usuarios. En la artesanía, como en todas las actividades humanas del mundo contemporáneo, existe la responsabilidad adicional de considerar el impacto de los procesos y productos en amplios contextos sociales y medioambientales. Los artesanos “digitales” o aquellos que se incorporen en algún escalón de la transformación digital, aprovecharán el potencial de la programación, el flujo de datos y la fabricación digital para hacer cosas

²⁸ En el mundo de la moda se conocen como aquellos modelos que parten de un patrón estándar. Se toman las medidas del cliente en cuestión y se modifica el patrón para ajustarlo a su cuerpo. La diferencia con los trajes “bespoke” que son prácticamente a medida del cliente, es que éstos se confeccionan a máquina y algunas partes del patrón no se personalizan, pero se puede elegir el tejido, el color, la forma de una solapa o manga, el tipo de bolsillo.

²⁹ Yan, W.-J., & Chiou, S.-C. (2020). Dimensions of customer value for the development of digital customization in the clothing industry. *Sustainability*, 12(11), 4639. <https://doi.org/10.3390/su12114639>

Citar como: Martínez Torán, M. (2022). Personalización de productos artesanos a través de las tecnologías digitales, en *Artesanía y tecnología. De lo analógico a lo digital* (pp. 68-89). Editorial Sendemà. Descargable en abierto: https://sendemaeditorial.es/index.php?id_product=59&rewrite=artesanía-y-tecnología-de-lo-analógico-a-lo-digital&controller=product

que refuercen sus marcas, transmitan emociones distintas a la gente y contribuyan a mejorar las economías personales, locales y globales.³⁰

Como escribió McCulloch (1998) el enfoque del artesano no solo sobrevive en el mundo digital, sino que también puede prosperar.³¹ Distintas iniciativas de los últimos años, como la exposición Lab Craft (organizada por el British Craft Council), han dejado claro que el mejor trabajo se produce cuando un artesano casa sus habilidades, sensibilidades estéticas y el conocimiento de los materiales, con las posibilidades de las herramientas digitales de las que se dispone hoy en día.³² Por tanto, podemos concluir con este capítulo, que los procesos artesanales pueden beneficiarse de la tecnología avanzada para producir modelos personalizados. La tecnología, no solo puede tener un impacto positivo a nivel tangible (optimización de procesos, controles de calidad, tiempo de comercialización), sino que puede enriquecer también los propios valores de la artesanía, de ahí que pudiéramos hablar, por ello, de una artesanía avanzada.

³⁰ Radford, A. (2022). The perception of craft in a digital age. In Oksala *et al.* *Craft, Technology and Design*. Julkaisija, 102-116.

³¹ McCullough, M. (1998). *Abstracting craft: The practiced digital hand*. MIT press.

³² Fraser, M. (2010). *Lab craft: Digital adventures in contemporary craft*. Crafts Council, 12