
Resumen: Proveniente de una milenaria tradición de artesanos, el calzado transcurre en el tiempo a su propio ritmo adecuándose al entorno socio cultural que lo enmarca. En este caso en particular, investigaremos la incidencia que tuvo, y tiene, la actual tecnología 3D en el calzado. Tecnología que revolucionó la actividad industrial, y que no pasó desapercibida para los zapateros. Teniendo en cuenta el trabajo artesanal que predomina en algunos calzados, evaluaremos como conviven la artesanía con las tecnologías 3D, enfocándonos en aspectos claves de la disciplina. Evaluaremos las ventajas y desventajas de su inclusión, alcances y futuros objetivos a alcanzar.

Palabras clave: 3D - calzado - innovación - zapatillas - tecnología - producción - ecología.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 275]

(*) Diseñadora industrial, Universidad de Buenos Aires. Profesora de la Universidad de Palermo, Facultad de Diseño y Comunicación.

Introducción: Historia del calzado

El objetivo de este trabajo es explorar la inserción de la tecnología 3D en el mundo del calzado. Abordaremos el impacto de la misma a través de diferentes características: diseño, producción (industrial y textil), tecnología y ecología. Esta selección de alternativas no resulta al azar, ya que los cuatro aspectos forman parte de las diferentes etapas que atraviesa un calzado.

Primeramente haremos un breve repaso de la historia del calzado.

Al igual que otros inventos, objetos y costumbres, la aparición del zapato data de las civilizaciones antiguas. Entonces, el zapato no solo se utilizaba para proteger los pies sino que era un símbolo que marcaba diferencias entre los seres humanos. En Egipto, solo el faraón y los dignatarios podían llevar calzado. En Grecia, eran los hombres libres los que utilizaban zapatos, mientras que en Roma los esclavos andaban descalzos y los criminales lo hacían con pesados zapatos de madera. En esta época, el calzado más usado era la sandalia, aunque también existía la bota. Son los griegos los que empezaron a adaptar los zapatos a todo tipo de pie y actividad: para guerreros, o sacerdotes por ejemplo. Esta variedad en el

calzado adoptada por Grecia será generalizada por Roma, donde el significado del zapato se amplía y se convierte en símbolo de status o en amuleto para la buena suerte.

A partir de la Edad Media se produce un cambio en el uso que se le da al calzado. Se ignora cualquier significado simbólico y comienza a cobrar fuerza el gusto por lo estético. El zapato comienza a ser un elemento para destacar virtudes o tapar posibles defectos en los pies. En esta época son los personajes públicos los que marcaran la moda. Luis XIV pone de moda el zapato de taco, con el fin de disimular su corta altura. Con el paulatino desarrollo industrial imperante en el siglo XIX aparecen nuevos modelos y formas de fabricar calzado. La producción deja de ser totalmente artesanal, para industrializarse. No cabe duda que es una época importante para el zapato: gracias a la maquinaria utilizada empieza a hablarse de una industria de calzado, introduciéndose en la producción en serie. En esta época, encargarse un par de zapatos a un artesano era un signo de distinción social. A pesar de la incorporación de maquinaria en el rubro, el calzado continúa manteniendo un alto porcentaje de intervención artesanal. Ya que muchos pasos continúan realizándose a mano.

El siglo XX será el siglo del zapato femenino. Poco a poco las mujeres se incorporan a la esfera pública. Esto se debe en parte a que tienen que sustituir en el trabajo a los hombres que marchan a la Guerra. Se pone de moda un look andrógino y práctico, y se utilizan calzados bajos. La escasez de materiales hace que el cuero sea sustituido por otros menos nobles, tales como sintéticos y textiles.

Hacia la post Guerra, en la década del 50', si bien aparecen los altos y sutiles *stiletto*s, comienza a surgir con fuerza una nueva tipología: las zapatillas.

Según Ferri (2018) "Las zapatillas modificaron las pautas de vida de cinco generaciones y atravesaron las diferentes tribus, comunidades, grupos, bandas y pandillas que surgieron desde finales de los años sesenta hasta este instante" (p. 16).

Las zapatillas no solo se usan para hacer deportes, sino para la vida cotidiana, incluso para ir a trabajar. Ya no es un terreno exclusivo de las marcas deportivas, o ciertos grupos marginales; las marcas de alta costura como Gucci, también tienen sus propias propuestas. Las bases de caucho revolucionaron el mercado y se encuentran en diferentes alturas y morfologías.

En cuanto a la producción de calzado en nuestro país, encontramos variedad de fabricantes influenciados por la vieja tradición italiana de calzado fino. El clásico zapato de cuero con base de suela artesanal, fue y sigue siendo el fuerte a nivel nacional. La gran inmigración que se dio a principios de siglo XX, caracterizada por la presencia de pueblos europeos, aportó diferentes oficios, entre ellos, los zapateros. Desde entonces, la técnica se ha ido manteniendo y perfeccionando. Las comunidades armenias e italianas son los principales representantes, aprovechando la materia prima que surge de nuestros campos: los cueros. La actividad ganadera es una de las principales de nuestro país. No solo nos denominaron el granero del mundo, sino que somos el país con mayor cantidad de vacas *per cápita*. No solo las consumimos como alimento, sino que procesamos sus cueros para la elaboración de zapatos, carteras e indumentaria. Siendo en la actualidad, los rubros de mayor crecimiento en ventas de *e-commerce*, tanto a nivel nacional como internacional. Volviendo al calzado, se trata de un oficio transmitido de generación en generación, de boca en boca, casi como si se tratase de una técnica secreta. Durante muchos años existió

un vacío a nivel información. No había casi opciones de capacitación. Los pocos afortunados que habían estudiado calzado, lo habían hecho en escuelas italianas, y transmitían sus conocimientos solo a familiares y aprendices. A partir de la década del 80', comienzan a surgir pequeñas escuelas y talleres de calzado que enseñan técnicas especializadas como la mordería o la confección de calzado artesanal. Entre ellos surge CEFOTECA, escuela de calzado dependiente del Instituto Nacional de Tecnología Industrial I.N.T.I. Esta se ocupa por sobre todo de los aspectos técnicos de la industria. Ofrece cursos con las diferentes etapas que componen a un calzado: corte, aparado, armado y diseño.

También destacamos la materia de calzado de la U.B.A. a cargo de Silvia Barretto, gran referente del sector, y autora del libro *Diseño de calzado urbano*. Como ella misma define en su introducción (2006) "El diseño y la producción de calzado, articulan conocimientos de múltiples disciplinas, como biomecánica, traumatología, física, química, historia, matemática y biología, entre otras" (p. 17). Abriendo el juego aún más. No se trata solo de una actividad técnica, sino que es una actividad interdisciplinaria que abarca diferentes técnicas. De hecho, la materia dictada por Barretto es optativa para las carreras de diseño de indumentaria y diseño industrial. De estas 2 carreras surgen los diseñadores de calzado que se encuentran actualmente en las diferentes fábricas y estudios de calzado. Podemos decir, que este tipo de diseñador, se encuentra en medio de ambas actividades: indumentaria e industrial.

En el 2018 la Universidad de Palermo inaugura la primera Carrera universitaria de calzado del país, y de la región. Tiene una duración de 3 años y cruza materias como mordería, diseño, dibujo, moda e investigación. La Carrera está dictada por diseñadores de indumentaria e industriales, destacando los puntos en común que comparten. Por un lado, la carrera de moda aporta no solo el buen gusto por lo estético, sino la interpretación de tendencias que luego serán futuras modas. Como dice Doria (2016), "La moda es cultura y comunicación. (...) un aspiracional de fantasías posibles" (p. 3). La moda marca épocas, y se asocia a acontecimientos de diversas índoles: actividades culturales, guerras o revoluciones por ejemplo.

Actualmente estamos atravesando la revolución del 3D, tema que es el eje principal de este artículo. La revolución acompaña la era digital donde todo se digitaliza.

Es el momento de mencionar a los diseñadores industriales. Los industriales todo lo modelan en tres dimensiones; desde barcos, autos, picaportes, hasta lo que se imaginen. Entonces, ¿por qué no modelar calzado? Sobre todo enfrentándonos a la revolución que generó la impresión 3D, donde actualmente no solo se modela en 3D, sino que se materializa en 3D.

En los siguientes párrafos veremos como la tecnología 3D se fue incorporando al rubro calzado a través del diseño, la producción (industrial y textil), la tecnología y la ecología.

Diseño 3D

Las universidades de diseño, tanto la UBA como la Universidad de Palermo, aplican una metodología al proceso de diseño. La etapa inicial comienza con una investigación, posible

análisis de marketing, del que se obtienen ya sean conclusiones o inspiraciones para ser utilizadas en el proceso de diseño. Luego se proponen ideas que serán bocetadas en unas primeras líneas. La etapa inicial siempre es a mano, y permite buscar ágilmente curvas y puntos destacados. Siendo las curvas uno de los aspectos más importantes en relación al diseño de calzado.

Una vez definido el diseño, el mismo puede representarse en algún programa de modelado 3D como el *Rhinoceros*, *Blender* o *3ds Max*. A la hora del *renderizado* se procede a aplicar materiales, obteniendo una imagen hiperrealista del modelo. Esta imagen nos permite hacer presentaciones con el producto antes de tenerlo materializado, poder mostrarlo y hasta incluso tomar pedidos. Se puede llegar a armar un catálogo digital, enteramente compuesto por imágenes desarrolladas en 3D. Posteriormente se decide que modelos van a producción y cuáles no.

Ahora bien, el pie tiene una fisionomía que se traduce en hormas. El avance de la tecnología 3D también permite escanear la horma para luego a partir de ella poder dibujar desde la computadora, digitalmente. El escaneo de horma es una nueva herramienta a incorporar y explotar dentro de la actividad. Seguramente de allí surgirá un nuevo proveedor: el escaneador 3D de horma. Actualmente las empresas que imprimen en 3D ofrecen también, el servicio de escaneo. Se podría llegar a pensarse que el homero venda las hormas digitalizadas en 3D. Hoy por hoy, esta posibilidad pareciese inviable, ya que la gente del rubro es muy celosa de sus productos, y se cuidan de la copia. Por lo tanto no están dispuestas a compartir información, por ahora.

Algunos programas me permiten dibujar en tableta mediante un lápiz digital (*pen*), o bien directamente usar intersecciones de curvas en algún programa 3D. Así, obtengo dibujar en 3D sobre una base digitalizada también en 3D. Y otros programas me permiten proyectar en 2D las líneas obtenidas en 3D para así, obtener moldes. Estos últimos vienen asociados a una máquina de corte para materiales en capas. Es un CNC utilizado por las fábricas más sofisticadas. Generando que la producción gire en torno a esta herramienta.

Pero además, el escaneo 3D me permite otras alternativas como por ejemplo escanear un pie y realizar una horma especial para ese pie. Esto sería ideal para personas con sobrepeso, pies muy grandes o con deformaciones. Generando una horma personalizada, única e intransferible. Actualmente esta tecnología es utilizada para deportistas profesionales de *elite*, tal es el caso de los botines de Messi.

También podría escanear un calzado y de allí obtener la horma que se utilizó.

Esta nueva tecnología abre un abanico de posibilidades a investigar y desarrollar. Este artículo simplemente presenta la gran variedad de posibilidades que hay.

Luego de la etapa de diseño, nos adentramos en lo que sería el desarrollo de las muestras y la posterior producción. A continuación evaluaremos como se incorpora la impresión 3D en esta etapa de materialización. Vamos a separar la producción industrial, de la producción textil, incentivando las dos patas del diseñador de calzado que presentamos con anterioridad.

Producción Industrial 3D

En calzado se sabe la importancia de una primera muestra. Se realiza en un talle 36 para damas o 41 para caballeros. Se denominan centrales. Sirven para pulir detalles, corregir errores, perfeccionar el modelo, probar el calce. Toda la producción dependerá de esos primeros acercamientos. Serán muy útiles para definir medidas y aspectos generales. Una vez que se obtiene el diseño y el calce deseado, se pasa al escalado. En la actualidad se pueden obtener muestras a través de una impresora 3D. Pero antes de continuar, hagamos una breve síntesis de cómo funcionan.

La impresión 3D, o fabricación aditiva, involucra partes que se crean capa por capa utilizando materiales como filamentos de plástico, resinas o polvos metálicos. Usan además, una fuente de energía como un láser o una extrusora a temperatura. Las capas de estos materiales se solidifican para formar la pieza terminada. Por eso se dice que transforma un material que entra casi líquido, a sólido. Las ventajas de la impresión 3D residen en la libertad de formas, aplicaciones en muchos sectores, precisión, velocidad, capacidad para reducir costos y peso en las piezas.

Pero es importante entender que no se puede imprimir un calzado en diferentes materiales. No se puede imprimir cuero, no se pueden imprimir suelas. El resultante de la impresión será un producto mono material. Si quiero una muestra compuesta de todos sus materiales originales, debo emplear el sistema de armado tradicional. Puedo realizar la impresión 3D para verificar morfologías, pero si nos referimos a calzado de cuero, es necesario armar una muestra con las técnicas tradicionales. Vemos una difícil inserción del 3D dentro del calzado fino.

Mientras que será una alternativa más que ideal para aquellos productos dentro del rubro calzado que contienen un solo material, tales como suelas, hormas y calzados mono materiales. En cuanto a estos últimos, encontramos calzados todos realizados de plástico, tal es el caso de las *Crocs*, la línea brasilera *Melissa*, o calzados experimentales.

En cuanto al desarrollo de muestras de calzado fino tal cual lo conocemos, no sería lo más aconsejable la impresión 3D. Ahora, si la idea es realizar un taco impreso en 3D, con una morfología personalizada para utilizar luego en un calzado fino; la impresión 3D es lo ideal. También se puede realizar series de tacos personalizados.

Ahora bien, una vez desarrolladas las muestras, testeadas y aprobadas, se procede a la producción. Es real que la producción 3D me ahorra gastos en matricería. Pero lamentablemente la impresión digitalizada es muy larga en cuanto a tiempos aún. Un calzado puede demorar en imprimirse entre 24 y 48 horas. Imaginémonos entonces los costos. Comercialmente no se vería viable. A menos que el objetivo sea generar una tanda exclusiva como fue el caso de la *Future Craft 4D* lanzada por *Adidas*, impresa íntegramente con una tecnología 3D desarrollada por ellos. Con este ejemplo, nos adentramos de lleno en el mundo de las zapatillas, donde se dejan de lado los grandes stocks para pasar a las pequeñas series exclusivas y personalizadas.

Tecnología = Zapatillas

Si hablamos de tecnología en el calzado, hablamos de zapatillas. Es inevitable no relacionar una con el otro. En parte por estar asociados al deporte de alto rendimiento, en particular, donde se aplica tecnología para ofrecer al deportista su mejor rendimiento. Y en otra parte por estar asociados a plásticos y cauchos, en su búsqueda de una óptima amortiguación. Una vez más, la tecnología se pone al servicio de las zapatillas, incorporándose en la aventura 3D. Esta tipología de calzado tiene muchos componentes plásticos, sobre todo en las suelas, por lo que la impresión 3D resulta muy ventajosa. Muchas marcas desarrollan sus prototipos con diferentes tipos de plásticos, con morfologías en mallas, casi desmaterializando el producto. Se obtiene una imagen liviana, resistente y tecnológica.

Tal es el caso mencionado con anterioridad: la *Future Craft 4D* de Adidas. Modelo realizado con una nueva tecnología desarrollada con síntesis digital de luz, que combina un proceso óptico y una resina líquida que genera la pieza programada en poliuretano de forma más rápida que la tradicional impresión 3D en capas. Según un representante de Adidas,

Es el resultado de una exhaustiva recopilación de datos durante 17 años, basada en el movimiento natural del pie, y convertida en un producto real mediante un revolucionario proceso digital creativo que elimina la necesidad del uso de moldes y prototipos tradicionales (Contreras, 2018, p. 1).

La capacidad de producción en masa con la rapidez que la industria necesita es el punto fuerte del socio que ha elegido Adidas para esta alianza. La empresa Carbon3D, con sede en *Silicon Valley*, tiene como lema 'Deja de hacer prototipos. Comienza a producir'. Si bien el sistema de Adidas resulta más veloz que el tradicional, aún no está del todo optimizado. Razón por la que sólo se lanzaron a la venta 5.000 pares de *Futurecraft 4D* en 2017, que se agotaron en pocas horas, y 100.000 pares en 2018. Convirtiéndose en un producto exclusivo y codiciado por el selecto grupo de fanáticos de las zapatillas. El verdadero objetivo a futuro de Adidas, es generar series únicas y personalizadas de diferentes eventos, tales como olimpiadas o mundiales.

Los desarrollos tecnológicos mencionados se desarrollan en países del primer mundo. La industria de las zapatillas local no está desarrollada como las marcas multinacionales que todos conocemos: Nike, New Balance, Adidas, Puma, Converse. Además que hubo cierres de importantes fábricas tales como *Gaelle* y *Gatic*, asociadas a las economías inestables de nuestro país.

Pero encontramos zapatillas como modelo presente en la gran mayoría de las marcas de calzado fino del país. Ya no son exclusivas del terreno deportivo, infantil o marginal. Se convirtieron en un accesorio obligado en el vestidor, y todas las marcas desarrollaron las propias. Según Ferri, todo se gestó cuando Phoebe Phebe, diseñadora de *Celine*, usó por primera vez unas Stan Smith de Adidas blancas con talón verde, en el año 2010, cuando salió a saludar en la pasarela en la semana de la moda de Londres. Hacia el año 2015, era el modelo más vendido. Se dice que la espontaneidad de la diseñadora y el look fresco y casual, fueron minuciosamente calculados para que así se diera todo.

Podemos seguir hablando un libro entero sobre el apasionante mundo de las zapatillas, como lo hizo León Ferri en el suyo, pero no es el objetivo principal de este artículo, donde se evalúa la incorporación de las tecnologías 3D en las diferentes etapas de un calzado.

Por último, a nivel nacional los desarrollos 3D se encuentran en etapas experimentales para muestras, o para componentes de calzados, tales como bases, tacos y hormas. Siendo componentes de un solo material, en general plásticos. La actividad está muy sectorizada en nuestro país. Tal vez represente la tarea del diseñador de calzado, presentar propuestas de diseño integrales que contemplen al calzado en su totalidad. Esto no quiere decir necesariamente, que sean diseños compuestos de un solo material, puede serlo, como no. Como así también, pueden tener componentes 3D en parte parcial o total. Lo importante estará en pensar el producto como un todo, como un sistema.

Para concluir este párrafo, les dejo el significado de sistema: Conjunto de elementos relacionados entre sí.

Producción textil 3D

En este párrafo evaluaremos los alcances de los denominados textiles 3D, incorporándonos en las capelladas, y la posibilidad de generarlas con tecnologías 3D. La variedad de aplicación parece infinita, pero aquí presentaremos 3 opciones de textiles: impresiones 3D, impresión 3D sobre tela y tejidos 3D. Versatilidad y características de rendimiento, impulsan el interés en los textiles digitalizados.

Comencemos por la impresión 3D. Recordemos que se trata de la deposición de filamentos plásticos que van generando un volumen, así como una araña teje su propia red. Generándose así, tejidos plásticos que pueden adquirir cierta elasticidad. Esto dependerá del espesor logrado, el plástico utilizado y el diseño. Además, pueden generarse capelladas ya moldeadas con la forma de la horma, ya sea con estética de tejido o bien en finas capas. Ahorrando en costuras, molderías y aparadores. A la vez que se ahorran tiempos de producción.

La fabricación aditiva en el mundo de la moda es un tema ya recurrente, cada día son cada vez más los diseñadores que añaden esta técnica a sus colecciones. Otra variante aplicada por diseñadores de indumentaria es la impresión 3D sobre textiles. Tecnología también es *Google*, el mayor buscador del mundo. Y si *googleamos* impresión 3D sobre textiles, nos arroja a talleres de experimentación en Chile. Percibiendo con entusiasmo, que hay sectores en la región con intereses similares a los propios: aplicación de tecnología 3D en la moda, en este caso en particular, en el calzado. Ya que las tecnologías digitales se mueven a través de grupos y foros, mayormente *online*, que promueven datos e información.

Por último, mencionamos las máquinas de tejer en 3D. Las primeras fueron desarrolladas como variantes de máquinas de tejer tradicionales, adaptadas y modificadas para productos específicos. De allí surgen las capelladas de zapatillas tejidas de Nike, Adidas y Puma marcas deportivas precursoras en el tema. La capellada del calzado está realizada en una única pieza que varía la tensión según las zonas de agarre. Por ejemplo, se ajusta en el tobillo, haciendo de puño como si se tratase de una media. Estos modelos son muy solicitados

y siempre faltantes. Ya que solo se hacen tandas limitadas. Convirtiéndolo en un producto de exclusivo.

En la actualidad, así como existen impresoras 3D hogareñas, también existen máquinas de tejer digitales, que imprimen los diseños realizados en computadora. La primera fue la *Kniterate* y nació de un *startup* en Estados Unidos. Su creador, Gerard Rubio, es miembro de la comunidad de impresión 3D de ese país. Esta nueva máquina permite crear prendas personalizadas desde tu hogar. Se habla de la democratización de la moda. La tecnología de innovación ya no es exclusiva de las grandes empresas. Ahora es accesible a todos los que quieran investigar y aprender.

Ecología

Por último abordaremos cómo la impresión 3D contribuye de manera ecológica con la sociedad y el planeta. Para abordar este aspecto, haremos una comparación entre los *routers* 3D y las impresoras 3D.

Los *routers* existen desde mucho antes que aparezcan las impresoras 3D, y desarrollan prácticamente la misma función. Nos preguntamos entonces, ¿Qué es lo que hace que la impresión 3D sea tan exitosa y revolucionaria?

La impresión 3D es una tecnología en rápida evolución y con muchas ventajas sobre los métodos de fabricación tradicionales. Reiteramos sus puntos fuertes: ahorro en matrices, posibilidad de personalización y acceso rápido a muestras entre las principales ventajas. Sin embargo, como ya vimos en el párrafo anterior, la impresión 3D no se puede utilizar de manera efectiva para la producción en masa, ya que tiene una velocidad limitada. La otra variante de fabricación para producción baja a media es el mecanizado CNC (control numérico por computadora), una técnica bastante común y accesible para la creación de piezas y matrices.

La verdadera diferencia clave entre ambas técnicas es que la impresión 3D es un método aditivo, mientras que el mecanizado CNC es sustractivo. Esto significa que el mecanizado CNC comienza con un bloque de material (llamado espacio en blanco), y una mecha se encarga de devastar y quitar el material excedente hasta llegar a la forma deseada. Vemos que hay un desperdicio y un sobrante de material a descartar. Mientras que la impresión 3D deposita los filamentos necesarios para la creación de la forma, sin generar sobrantes, y contribuyendo con el medio ambiente. Formando parte de lo que podríamos denominar: industrias limpias.

Otra ventaja del 3D, es que copia con mayor precisión y exactitud los detalles. Por otro lado, por tratarse de una tecnología en desarrollo, hay varias intenciones de obtener un filamento plástico compuesto por plástico reciclado, lo que contribuiría aun más con la ecología.

Las nuevas generaciones son más conscientes en cuanto a lo que medio ambiente respecta, y mucho más sanas. Se inclinan por rutinas saludables tales como hacer running, yoga o consumir alimentos sin conservantes ni aditivos. Nos encontramos frente al “menos es más”, y se busca desmaterializar los objetos convirtiéndolos en mallas livianas, resistentes y modernas. Rechazando el cumulo de objetos, ya sea por falta de espacio, consecuencia de

la reducción de espacios habitables en las capitales mundiales; ya sea para tener una vida más liviana y no atarse a bienes materiales. O bien puede ser para generar menos material que invada el planeta. Hay un compromiso por parte de la sociedad de hacer uso de la tecnología para cuidar el planeta, en vez de dañarlo como se hizo hasta ahora.

Conclusión

Llegamos al final de este artículo, descubriendo los diferentes variantes que ofrece la tecnología 3D, asociándola a las diferentes etapas del calzado. En una etapa inicial de diseño se utilizan representaciones gráficas en 3D para visualizarlos. Aunque también se hace una mezcla entre representación a mano y digitalización para obtener dibujos y molderías. Como dice Aicher en *Analógico y digital* (2001):

Puede que la técnica dependa de la extrema precisión, pero el ser humano precisa del ojo del buen cubero. Es un ser analógico, no digital.(...) La indicación digital da solo un valor; la indicación analógica señala una proporción, da información sobre una relación (p. 75-76).

Esto quiere decir que los dibujos a mano no pueden evitarse en una primera etapa, aunque después se digitalice. Siempre aportan información útil y valiosa.

Destacamos la unión de las carreras de diseño industrial y diseño de indumentaria en la actividad del diseñador de calzado. Ambas darán el inicio a esta nueva carrera, que se encuentra en una etapa *beta*, por así llamarlo. Nos encontramos frente a un nueva tipología de diseñador, que incorpora tecnología en sus diseños. Para ello debe adquirir una formación técnica que incluya nociones de materiales, software 3D y programación de parámetros de impresión.

En cuanto a la producción, vimos en qué casos conviene el uso de la impresión 3D. Dependerá de si se trata de una muestra o de una producción. Y resaltamos el aspecto mono material que ofrece el sistema. Por eso es una variante que se encuentra particularmente relacionada al calzado deportivo, al que le dedicamos un párrafo entero, ya que si hablamos de tecnología en el calzado, hablamos de zapatillas.

En cuanto al calzado fino, la impresión 3D se utiliza para modelar componentes tales como bases y hormas, o para desarrollar modelos exclusivos. Ya que una muestra totalmente realizada en 3D me aporta información en cuanto a morfología, pero pierdo calidad artesanal. El calzado de cuero que realizamos en nuestro país es muy valorado y buscado a nivel internacional, siendo uno de los productos manufacturados de mayores ventas en el exterior. Es un oficio que se mantiene en el tiempo a pesar del avance tecnológico. Finalmente evaluamos el aporte a nivel ecológico que genera la impresión 3D, ya que no origina deshechos y podría llegar a aplicarse con materiales reciclables, adecuándose a la demanda de una vida más saludable y en contacto con el cuidado del planeta.

El artículo demuestra la riqueza de la técnica 3D, y también que puede incorporarse en diferentes aspectos que conforman la actividad del calzado.

Comenzamos esta segunda parte, recordando la historia del calzado descrita en un comienzo, se ve que la misma está atravesada por los diferentes cambios económicos y sociales que se dan a través de los siglos y de las décadas. Si tuviésemos que describir la etapa actual en la que se encuentra el calzado, podríamos decir que se ve avasallado e intimidado por el avance de la digitalización, acompañado de la revolución 3D. A nivel internacional encontramos muchas variantes desarrolladas, sobre todo en zapatillas, pero también en calzado que luego es acompañado con vestidos de alta costura en las pasarelas más importantes a nivel mundial: Londres, Paris, Milán, New York.

Mientras que a nivel nacional, observamos un tímido acercamiento a la tecnología, temiendo resignar calidad. Y cuando hablamos de calidad, nos referimos al trabajo artesanal desarrollado por artesanos altamente calificados, que realizan una de las pocas tareas que aun se continúan haciendo a mano: el calzado artesanal. Por lo tanto, el sector de calzado fino se encuentra en un dilema: ¿aplico tecnología 3D o no? Por el momento, solo percibimos la incorporación de 3D en productos mono materiales tales como bases inyectadas, hormas o tacos, aplicándose la tecnología solo en un sector de la actividad. No teniendo en cuenta el calzado como un todo, sino como la sumatoria de diferentes partes.

Pero viviendo en una era digitalizada, es casi imposible mirar para otro lado y desconocer las nuevas tendencias. Nos encontramos ante la era de la información, donde el exceso hace que tengamos que depurar y revisar cual es la de mayor importancia y clasificarla. La clave está en estudiar las tecnologías para poder estar habilitados en el manejo de aplicaciones y *softwares*. Luego, mantener la información actualizada través de comunidades y foros online, tales como *Gizmodo* o *3Dnatives* mencionadas a lo largo de este artículo.

En nuestro país, esto se encuentra en una etapa de investigación. Tal vez sea por eso que las empresas no se ocupan, ya que solo las grandes marcas mundiales tienen sector de investigación. A nivel nacional, la investigación está en manos de universidades y escuelas técnicas.

No nos olvidemos de la posibilidad de personalización que nos permite la técnica. Actualmente la impresión 3D se asocia a la personalización masiva o para productos que son demasiados complejos, a veces irrealizables con técnicas de producción tradicionales. Algunos productos complejos pueden acarrear grandes gastos de moldería, o moldería irrealizable, que no se justificarían en series chicas. No se llegaría a amortizar la inversión inicial. La tecnología 3D llegó para quedarse. Se puede incluir en todas las etapas de diseño de diferentes maneras y con diferentes alcances. Aun no están explotadas todas las posibilidades que estas técnicas ofrecen. Sobre todo a nivel nacional, donde predomina la vieja escuela italiana de calzado fino desarrollado a mano. La artesanía se muestra reticente a querer incorporar elementos tecnológicos, y tiene sus razones. Se teme la pérdida de calidad en pos de innovación. Pero esto es solo un principio y el camino a recorrer es largo aun. Es solo el comienzo de un dialogo entre tradición e innovación.

Lista de Referencias Bibliográficas

Barreto, S. (2006). *Diseño de calzado urbano*. Argentina, Buenos Aires: Nobuko.

- Contreras, L. (2018). *Impresión 3D o mecanizado CNC: ¿Cuál es el mejor para el prototipaje?*. España. Recuperado de: <https://www.3dnatives.com/es/impresion-3d-o-mecanizado-cnc-160420182/>
- Ferri, L. (2018). *Zapatillas*. Argentina, Buenos Aires: Paidós
- Aicher, O. (2001). *Analógico y digital*. España, Barcelona: Gustavo Gili.
- Doria, P. (2016). Brillos y utopías. En *Cuadernos del Centro de estudios de Diseño y Comunicación*, Año XVI, Vol. 58. Buenos Aires, Argentina: Universidad de Palermo. Disponible en: http://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/archivos/561_libro.pdf

Otras fuentes consultadas

- Castromil, J. (2017). Adidas Futurecraft 4D, las deportivas de impresión 3D para todos. España. Recuperado de: <https://clipset.20minutos.es/adidas-futurecraft-4d-las-deportivas-de-impresion-3d-para-todos/>
- Historia del Calzado y su evolución* (2013). Argentina. Recuperado de: <http://www.historia.delcalzado.blogspot.com>

Abstract: Coming from an ancient tradition of artisans, footwear takes place in time at its own pace adapting to the socio-cultural environment that frames it. In this particular case, we will investigate the incidence that had, and has, the current 3D technology in footwear. Technology that revolutionized industrial activity, and that It did not go unnoticed by the shoemakers. Taking into account the artisan work that predominates in some footwear, we will evaluate how handicrafts coexist with 3D technologies, focusing on key aspects of the discipline. We will evaluate the advantages and disadvantages of its inclusion, scope and future objectives to be achieved.

Keywords: 3D - footwear - innovation - sneakers - technology - production - Ecology.

Resumo: De uma antiga tradição de artesãos, o calçado é realizado em tempo no seu próprio ritmo, adaptando-se ao ambiente sociocultural que o enquadra. Em nesse caso em particular, investigaremos a incidência que teve e tem a atual Tecnologia 3D em calçados. Tecnologia que revolucionou a atividade industrial e que não passou despercebida pelos sapateiros. Levando em conta o trabalho artesanal que predominante em alguns calçados, avaliaremos como o artesanato coexiste com Tecnologias 3D, com foco nos principais aspectos da disciplina. Vamos avaliar o vantagens e desvantagens de sua inclusão, escopo e objetivos futuros a serem alcançados.

Palavras chave: 3D - calçados - inovação - tênis - tecnologia - produção - ecologia.

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