

Fecha de recepción: septiembre 2023

Fecha de aprobación: octubre 2023

Fecha publicación: noviembre 2023

Transformación digital: Análisis de tendencias en indumentaria sostenible

Elizabeth Retamozo⁽¹⁾, Carola Ruppel⁽²⁾
y Lucia Christensen⁽³⁾

Resumen: La industria 4.0 o cuarta revolución industrial, consiste en la digitalización de los procesos industriales mediante la interacción de la inteligencia artificial. Trae no sólo mejoras en la producción, sino que atraviesa esferas sociales y medioambientales.

En este trabajo, utilizando el análisis de tendencias como una herramienta, se analiza la situación actual de la industria 4.0 y su relación con el diseño sustentable en indumentaria. La transición hacia industrias más inteligentes posibilita una mayor eficiencia en todos los procesos de la producción. En relación a las industrias tradicionales, este nuevo posicionamiento con vista a un crecimiento tecnológico amplía el horizonte del concepto de sustentabilidad.

Palabras clave: Industria 4.0 - tendencias - sostenibilidad - indumentaria - cuarta revolución industrial - producción - inteligencia artificial - tecnología.

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 137]

⁽¹⁾ Dra D.I **Elizabeth Retamozo**. Diseñadora Industrial (UNMDP). Doctora en Diseño (UBA). Becaria posdoctoral (CONICET). Docente del área histórico-social (FAUD/UNMDP). Investigadora (CIPADI). Temas de investigación: Diseño sostenible, proceso productivo de indumentaria. elizabethretamozo@gmail.com

⁽²⁾ Mg. D.I **Carola Ruppel**. Diseñadora Industrial (UNMdP). Magister en Diseño orientada a la Estrategia y la Gestión (UNNOBA). Docente del área histórico-social (FAUD/UNMDP). Investigadora (CIPADI). Temas de investigación: Diseño sostenible, eslabón social de la cadena productiva. carolaruppel@hotmail.com

⁽³⁾ D.I. **Lucia Christensen**. Diseñadora Industrial (UNMdP). Becaria UNMDP. Docente del área histórico-social (FAUD/UNMDP). Investigadora (CIPADI). Temas de investigación: Diseño sostenible, eslabón social de la cadena productiva. Análisis de tendencias en relación a la industria 4.0. christensenluli@gmail.com

Introducción

El grupo de investigación al cual pertenecen las tres autoras de este escrito, trabaja en la temática de indumentaria sostenible hace 12 años, durante los mismos se ha abordado la sustentabilidad física, por decirlo de alguna manera. En este último proyecto denominado *El segundo giro digital: diseño sustentable en la industria 4.0* local se han adentrado en la industria 4.0 y en todo lo que ésta conlleva en la industria de la indumentaria relacionada a la sustentabilidad. Este trabajo se plantea dentro del proyecto antes mencionado con el objetivo de indagar y realizar un aporte al estado de la cuestión de la indumentaria en relación a la industria 4.0 y a la sustentabilidad.

Según la Conferencia de la ONU sobre Comercio y Desarrollo (UNCTAD), la industria de la moda es la segunda más contaminante del mundo y consume aproximadamente 93.000 millones de metros cúbicos de agua/año (Naciones Unidas, 2019). Según indica García Gómez (2020) se utilizan 70 millones de barriles de petróleo para producir el poliéster virgen que se usa en las telas anualmente. Ante estos datos, es responsable y necesario repensar los usos y funciones que le damos a la indumentaria, a fin de disminuir su impacto ambiental. La indumentaria sustentable es aquella que produce menor impacto ambiental en comparación con una indumentaria de producción tradicional, en la cual no se contemplan estrategias de sostenibilidad a lo largo de su proceso productivo. En 1997 Brezet & Van Hemel, en la metodología denominada “rueda estratégica de diseño” plantearon ocho estrategias de sustentabilidad. La llamada “estrategia @”, hacía referencia a la desmaterialización como una de las posibilidades dentro del desarrollo de un nuevo concepto. Como ejemplo se puede pensar en los diarios/periódicos de papel que hoy son reemplazados por los portales de noticias o las facturas de servicios que en la actualidad se envían por correo electrónico. Para el caso de la ropa era más difícil de imaginar porque justamente una de las funciones principales de la indumentaria es la de cubrir el cuerpo, protegerlo y eso implica el uso de algún material sobre el mismo. Actualmente el diseño de indumentaria para el metaverso o la indumentaria de los probadores virtuales se acercan a esa estrategia @ propuesta hace más de un cuarto de siglo.

En el actual periodo social, atravesado por los procesos digitales, la función primaria de cubrir el cuerpo, hoy raramente aparece como uso primordial y exclusivo. La indumentaria está cargada de significantes culturales e identitarios y el objeto de pertenencia y expresión busca ser cumplido desde la apariencia. En este mundo híbrido, la primera impresión que se tiene de las personas muchas veces es de manera virtual. Es allí donde surge la necesidad de incluir las tecnologías 4.0 en la producción parcial o completa de indumentaria. El mundo físico está cobrando vida en un entorno tras otro, cada uno con sus propias reglas y capacidades. Hoy ya existen mundos físicos inteligentes a pequeña escala (Accenture, 2022).

Según Joyanes (2017) la cuarta revolución industrial continúa los procesos históricos establecidos por las revoluciones anteriores. La producción mecanizada basada en el motor a vapor marcó la primera revolución industrial. La electricidad, con el teléfono y la radio como soporte, impulsó la segunda revolución. La tercera se enmarca con la llegada de la electrónica y las tecnologías de la información y las comunicaciones. Finalmente la cuarta revolución industrial propone la automatización total en los procesos de fabricación de

artefactos. La automatización se basa en los sistemas ciberfísicos y el internet de las cosas (IoT), en colaboración con la fabricación aditiva (mediante impresoras 3D) y el soporte esencial de la IA (inteligencia artificial) y de big data. Schwab (2016) afirma que las trayectorias de las revoluciones industriales no han sido fáciles ni directas y que la cuarta revolución industrial exige pensar lateralmente, vinculando industrias y disciplinas antes delimitadas de forma precisa.

La industria 4.0 es el producto más tangible de la cuarta revolución industrial. El término Industria 4.0 se utilizó por primera vez en público en el año 2011, en la feria tecnológica de Hannover-Messe, Alemania. Se considera que el documento fundacional de Industria 4.0 es *Recommendations for implementing the strategic initiative 4.0*, redactado por la Academia Nacional de Ciencia e Ingeniería de Alemania, Acatech, en colaboración con el Centro de Investigación alemán para la Inteligencia Artificial, DFKI, y el apoyo de empresas industriales alemanas (Joyanes, 2017).

En este trabajo la sustentabilidad y la industria 4.0 aparecen como temas transversales a las tendencias y escenarios futuros. La transición ecológica y tecnológica es inminente y necesaria, y no será negociable. Es difícil imaginar la vida sin la tecnología que facilita y agiliza procesos cotidianos, que interconecta y da lugar para ser más creativos y menos automáticos, más humanos y menos máquinas. Estos dos conceptos, sustentabilidad y revolución tecnológica, parecieran en un principio ser antagónicos, aunque al mismo tiempo escenarios futuros inevitables. Descubrir dónde convergen estos dos escenarios es el desafío, y simultáneamente la fórmula hacia el futuro.

La industria de la moda se caracteriza por su capacidad de adaptación a los tiempos que corren. Las nuevas tecnologías están transformando la forma en que las empresas de moda interactúan con sus clientes: desfiles y probadores virtuales, modelos generados por inteligencia artificial, tiendas virtuales y Phygital Metaverse son algunas de ellas. Según Accenture (2022) Metaverso, término que introdujo la empresa Meta en 2021, es un término que remite a un futuro de ciencia ficción marcado por la realidad virtual. Lo cierto es que en este momento se están desarrollando múltiples versiones iniciales del metaverso a partir de ideas muy diferentes. Algunas están pensadas para la empresa y otras para el consumidor, pero todas ellas se basan en distintas plataformas, colaboraciones y tecnologías. Esta forma de vida puede parecer aún muy lejana, pero el futuro está cada vez más cerca. (Rogers, 2021). En el futuro, se espera que las personas vivan e interactúen en el mundo digital en vez de mirar contenido en él (Newton, 2021).

Como antecedentes en el análisis de tendencias se pueden mencionar los trabajos realizados por L. Mon *Temas 2025- El futuro de la industria de la moda. Robotización, oficios y creatividad* (2016) y *El Futuro de la moda argentina* (2017). En el primero menciona que innovación, tecnología y sustentabilidad emergen como aspectos claves de la lectura propuesta. En el segundo trabajo el autor propuso tres escenarios futuros posibles bajo un análisis prospectivo para el periodo 2017-2027. Planteó que la idea de circularidad comienza a ser muy relevante en esta etapa, por lo tanto la sustentabilidad aparece más como necesidad ineludible que como un valor deseable. ¿Cómo se visualizan las tendencias encontradas en este periodo? ¿Cuáles son las tendencias que relacionan a la industria 4.0 con la indumentaria? ¿Dentro de estas tendencias se vislumbran tendencias orientadas a la sustentabilidad en la indumentaria?

Metodología

Según Mon (2018) la información sobre los futuros cambios puede identificarse y sistematizarse en tendencias de mediano o largo plazo, para construir horizontes prospectivos a partir de los cuales se toman decisiones estratégicas. En esta investigación se realiza un trabajo de campo digital en el que se hace una investigación de actualidad a nivel internacional, latinoamericano y nacional (Argentina), para la detección de señales y patrones en las áreas de diseño sustentable y tecnología, según el Método Sprout (Mon y River Serena, 2018).

Luego del relevamiento de casos, siguiendo la metodología antes descrita, se procedió a relacionar las señales del entorno para encontrar patrones de comportamiento entre los mismos, interpretándolos como expresiones interconectadas de una misma tendencia. Los casos analizados se presentan como innovadores por integrar en su producción, de manera total o parcial, tecnologías 4.0. Estos ejemplos abarcan distintas esferas de la industria, desde impresión 3D hasta IA, incluyendo digitalización de procesos con realidad virtual (VR) y aumentada (AR)

En base a esta recolección, se detectaron patrones entre los casos que posibilitaron realizar una clasificación en categorías. La clasificación se realizó según el énfasis con el que integran la industria 4.0 en sus procesos, y en qué etapa de la producción eligen hacerlo (Figura 1). Dentro del proceso de creación de un producto, desde la ideación hasta el resultado final, la tecnología 4.0 aparece como una herramienta que vuelve más efectivos estos procesos. Se propone analizar también en cada caso cómo se relaciona la integración de estas tecnologías con la sustentabilidad y si esta relación es circunstancial o se entiende como un objetivo final.

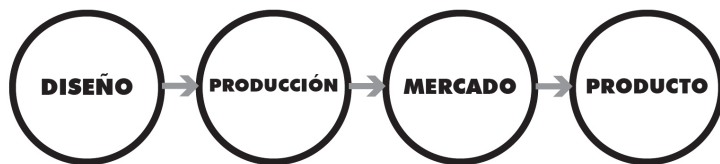


Figura 1. Etapas de producción.

Desarrollo

En este apartado se hace una breve descripción de los casos relevados.

1. Zero10: Es un centro de moda digital. Esta plataforma de moda AR permite crear indumentaria digital y mostrar las colecciones al público de todo el mundo permitiendo

además que los usuarios puedan probarlas a mediante el uso de AR para utilizar en el metaverso

2. Zellerfeld: Esta empresa imprime calzado en 3D. Utilizan TPU reciclado (son normalmente elastómeros, que no requieren de vulcanización para su proceso.), o poliuretano termoplástico, que se percibe suave y esponjoso al tacto. El material utilizado es 100% reciclable. El proceso de modelado 3d permite prescindir de costuras y pegamentos en el producto final y está pensado para adaptarse a l pie de cada usuario, convirtiéndolo en un producto personalizado.

3. Digital Point de Jazmin Chebar: Esta empresa argentina creó en 2020 la primera tienda digital de Latinoamérica. La tienda consiste en un local interactivo que enlaza el mundo físico con el digital con el objetivo de generar una experiencia de compra inmersiva. A través de la página oficial de la marca se puede hacer un recorrido virtual del espacio para ver los productos. En caso de ser necesario se puede solicitar una cita con una Personal Shoppers, quien a través de una videollamada puede asesorar a quien está realizando la compra.

4. Coach made-to-order: Esta conocida empresa de carteras ofrece el servicio made to order para su modelo Rogue. Este servicio consta de tres pasos en los cuales, a través de la plataforma el cliente puede diseñar su cartera, hacer el pedido y solicitar el envío a su domicilio.

En la etapa de diseño el cliente puede seleccionar, tamaño del modelo, materiales para exterior e interior del artículo, color, herrajes y colocar un sello con hasta tres letras a elección; que va en una especie de llavero que cuelga de una de las manijas del artículo. Luego de finalizada esta etapa se envía la propuesta y un asistente se pone en contacto para efectivizar el pedido y el envío del producto terminado, que puede demorar hasta 3 meses en llegar.

5. Desfile virtual Bafweek '23: El primer desfile virtual en Argentina se desarrolló en el marco de la edición FW2023 de Bafweek. Al evento se pudo asistir mediante un link en el cual se podía customizar los avatares y acceder a una pasarela digital para observar el desfile de las prendas exhibidas por modelos virtuales.

Pensando en textiles difíciles de generar, como lo son el vidrio, carbón, metal y papel las estilistas Antonella y Aldana Simes junto a la agencia de diseño digital Eter Studio se unieron para crear el proyecto denominado *Ilusión*. Diseñaron una cápsula limitada de indumentaria digital que se puede usar mediante la realidad aumentada. El público, teléfono mediante, pudo probar la ropa mediante la aplicación DressX.

6. Futureclo: Es un proyecto italiano que busca implementar la digitalización en el mundo de la moda a partir del uso de tecnologías digitales, en este caso vinculadas con la realidad virtual. Esta idea surge como contrapropuesta de la indumentaria materializada con el objetivo de disminuir los impactos ambientales que conlleva su producción. El proyecto funciona como una *phygital fashion house*. “En el proceso de creación, luego del boceto y

la moldería, se prepara el modelo en 2D. Inmediatamente después generamos la prenda en 3D utilizando avatars en base a los talles del cliente. Esto permite obtener el producto virtual y decidir sobre la colección antes de adquirir los textiles por ejemplo. Significa ganar tiempo, reducir costos y ser más sustentables porque se produce sólo aquello que se vio que funcionará, primero en formato digital” (Pico, 2022).

7. Coach en NYC: La empresa Coach NYC, en colaboración con la marca de moda digital Zero10, colocó en su vidriera la primera storefront AR try-on. Esta asociación formó parte de la experiencia Metaverse Fashion Week de Coach. Allí la gente que caminaba podía probarse unos de sus conocidos bolsos, Tabby.

8. Zalando: Esta tienda de moda online dio inicio a un proyecto piloto de probadores virtuales. Los clientes actualmente pueden probarse de manera virtual 23 modelos de jeans en la plataforma con la ayuda de un avatar. Para crear el avatar el cliente debe introducir altura, peso y sexo. En pantalla se observa una imagen en la cual, con diferentes asignaciones de color, se puede visualizar las zonas en las que la indumentaria queda más ajustada o más holgada.

9. Barro: Esta empresa argentina de calzado vegano en 2021, en colaboración con la artista Sofia Benetti, especialista en modelado 3D, utilizó modelos virtuales para exhibir sus productos. La campaña publicitaria de la temporada '22/23 fue inspirada en el videojuego SIMS4 y en el mundo virtual, es una producción en donde se mezcla lo virtual con lo real

10. DressX: Esta startup se originó en el año 2020 con el objetivo de ofrecer colecciones y prendas digitales de atuendos de marcas y diseñadores 3D. Fue pionera en el diseño de una colección de ropa digital para el videojuego Roblox y creó una colección de 7 atuendos para los avatares que representan a los usuarios de Meta. Utilizan la plataforma Carbon.fyi para determinar la huella de sus prendas. Esta plataforma calcula y trackea el impacto de cualquier transacción de Ethereum. Su objetivo es en 10 años reemplazar con ropa digital al menos el 1% de toda la industria de indumentaria tradicional, principalmente para consumidores que crean contenido

11. Deep Agency: Esta agencia es un grupo de Países Bajos que ofrece un servicio de estudio fotográfico virtual. Mediante la aplicación de IA genera modelos virtuales. Hay casos de modelos virtuales famosos que cuentan con representante debido a la alta demanda que tienen para modelar diferentes productos o promocionar servicios, tal es el caso de la influencer Miquela. La empresa hace foco en que se puede contratar a una modelo sin el uso de cámaras fotográficas, que son imágenes de personas que no existen y que las mismas no tienen una localización física real, lo que permite contratarlas desde cualquier lugar del mundo.

12. Decentraland: Es uno de los metaversos basado en la tecnología blockchain más populares, en el que tiendas de todo el mundo tienen parcelas con sus tiendas virtuales, y hostea eventos, desfiles y fashion weeks con artistas y famosos de todo el mundo. Posee

una criptomoneda propia que sirve para adquirir una amplia variedad de objetos dentro de este mundo virtual. Fue creada por dos argentinos pero hoy se autorregula como una Organización Autónoma Descentralizada. En este metaverso las empresas ofrecen acceso a sus tiendas virtuales de productos o NFTs, o simplemente ofrecen una nueva forma de vivir la marca. Uno de los pilares principales de la experiencia de este mundo virtual son los eventos a los cuales se acceden de manera gratuita con un avatar. En esta plataforma se llevó a cabo el primer Metaverse Fashion Week (MFW), con shows de música de artistas reconocidos y la participación de reconocidas marcas.

13. Nike by you: Consiste en una estrategia de gestión de la experiencia del cliente. Es un servicio de co-creación que provee la empresa al usuario, el mismo le permite personalizar el producto que ofrece la compañía. Desde la página se elige el producto que se va a personalizar y se despliegan una serie de opciones para aplicar. Durante los sucesivos pasos el usuario puede ver cómo van quedando las opciones seleccionadas.

14. Amazon: Esta empresa ha desarrollado un probador virtual para zapatillas, la función se llama *virtual try-on* y está dentro de la aplicación de la marca, por lo tanto es posible usarla a través del celular. La misma permite visualizar cómo queda el calzado en 360°, permite ver cómo luce el calzado pero no estimar talles. La aplicación tiene como objetivo generar una experiencia interactiva para el cliente con la finalidad de facilitar la compra online.

15. Ben & Frank: Fue la primera óptica mexicana en ofrecer lentes completamente online. Han desarrollado un probador virtual que se usa como un filtro de una red social con el objetivo de mejorar la experiencia de compra. Este sistema, permite elegir el modelo y visualizarlo desde todos los ángulos del rostro, para esto es necesario subir una foto a la plataforma.

16. CLO 3D: Es un software de diseño de moda en tres dimensiones que permite al diseñador visualizar las prendas diseñadas de manera virtual con tecnología de simulación. Este software realiza renders, muestra el patrón que se debería utilizar y genera una visualización de la indumentaria en movimiento.

Resultados

Categoría 1: Tecnologías 4.0 en etapa de diseño: personalización y made-to-order (Figura 2)

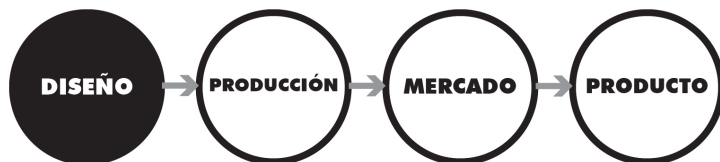


Figura 2. Categoría 1, en etapa de diseño. Fuente: elaboración propia.

En el habitar de este mundo híbrido, donde vestirse y expresarse resulta necesario tanto de manera virtual como física, la indumentaria como producto tangible sigue siendo menester. En aquellos casos en los que el producto final es físico y tangible, se evidencia que no por ello la tecnología desaparece, sino que logra insertarse en diferentes estadios del proceso de creación.

El paso primario, el de diseño e ideación no se ve desafectado. La inteligencia artificial insertó, no sólo nuevas metodologías de creación, sino también nuevas estéticas relacionadas con el futuro, la tecnología y la virtualidad.

Como consumidores, apropiarse de este proceso de diseño permite conectar con el objeto y generar un vínculo duradero. Tener poder de elección resulta de importancia para expresarse como individualidades entre las miles de personalidades que navegan las redes sociales. Las tecnologías 4.0 permiten un acercamiento a este proceso y dan riendas sueltas a la apropiación del mismo: diseñar los objetos que se desean comprar se vuelve cada vez más accesible y realizable a baja escala.

La fabricación aditiva, la automatización de tizada y la estampación digital habilitan a la creación de una pieza única pero repetible, la tirada más baja posible que permite la personalización. Este es el caso de los calzados de impresión 3D de Zellerfeld, que se hacen a pedido y a medida, a partir del escaneo del pie del usuario.

La producción personalizada como proceso de valor para el usuario también puede verse en las grandes marcas: Nike y Coach tienen sus plataformas para personalizar sus productos más icónicos. La evidencia de la producción personalizada se puede observar en los proyectos Nike by you y Coach made-to-order, pertenecientes a las empresas antes mencionadas respectivamente. La virtualidad cobra un papel protagónico en este punto, porque le permite al usuario, en este caso en rol de diseñador, visualizar el resultado de su personalización en tiempo real, a partir de un modelo virtual.



Figura 3. Collage de ejemplos de Categoría 1, en etapa de diseño. Fuente: Elaboración propia.

Categoría 2: Tecnologías 4.0 en etapa de producción: automatización y previsualización

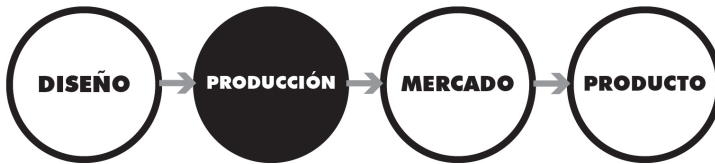


Figura 4. Categoría 2, en etapa de producción. Fuente: elaboración propia.

La etapa de producción también está profundamente atravesada por la industria 4.0. Tal vez sea donde principalmente se asocian estos cambios en la industria, siendo la automatización, la robótica y la fabricación aditiva procesos cada vez más comunes.

Un ejemplo bastante popular es la automatización de la tizada, que a partir de inteligencia artificial se puede armar la mejor distribución posible, evitando los desperdicios y recortes innecesarios. El sistema más conocido en Argentina es Audaces. Sin embargo, esta auto-

matización se ha ido sofisticando a través de los años, llegando a sistemas como el de la empresa Lectra, que permite a partir de una aplicación modificar la producción de manera sencilla según los objetivos que se tengan (reducción de costos, de materias primas o de tiempos, por ejemplo).

Otra aplicación bastante innovadora en la producción industrial es el modelo 3D realista como base para realizar las primeras pruebas de los diseños. Si bien han surgido varias en los últimos años, la plataforma CLO3D es una de las más utilizadas para este fin. El modelado generado a partir de la moldería permite imitar costuras y distintos textiles, donde aplica texturas y leyes de la física. Además el cuerpo sobre el que se lo aplica puede moverse y cambiar de medidas y posiciones, permitiendo tener un panorama inicial de cómo quedará puesta en el usuario la prenda diseñada. Las primeras correcciones a partir de modelado 3D pueden hacerse en algunas horas, sin necesidad de muestras, desperdicios de tela o tiempos extensos de producción.

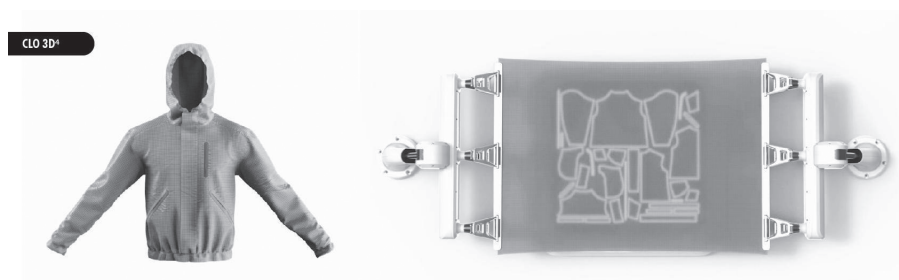


Figura 5. Collage de ejemplos de Categoría 2, en etapa de producción. Fuente: Elaboración propia.

Categoría 3: Tecnologías 4.0 durante la inserción al mercado: la virtualidad en probadores, tiendas y modelos

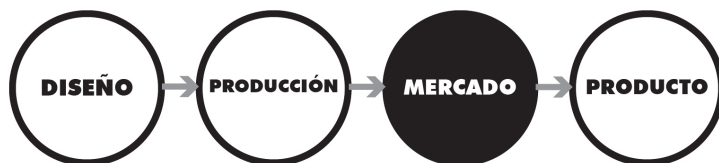


Figura 6. Categoría 3, en etapa de Mercado. Fuente: elaboración propia.

Una vez diseñado y fabricado un producto físico-tangible, llega el momento de lanzarlo al mercado. Esta etapa está relacionada con el vínculo que pueda generar el usuario con el producto y que impactará directamente con la decisión de compra.

En un contexto de globalización digital en el que el mercado objetivo de las empresas se geolocaliza en el mundo, y las compras online cobran más popularidad que las tiendas físicas, acercar el producto al usuario es primordial para posicionarse y mejorar esta relación producto-usuario.

Esta experiencia de compra 100% virtual para un producto físico puede encontrar soluciones a los problemas más comunes de las compras digitales. Uno de ellos es la barrera de la prueba en el cuerpo: el talle, el calce y entender cómo el cliente se siente con esa prenda es un factor decisivo al momento de la concreción de compra.

Como solución aparecen los probadores virtuales, que utilizan realidad aumentada para hacer representaciones virtuales sobre el propio cuerpo, en tiempo real y de manera realista. Acercan el producto al consumidor y le permite ver lo que antes solo se podía imaginar. Estos probadores pueden estar tanto en un lugar físico como en una tienda virtual: Coach instaló en las calles de NY probadores virtuales en los que el potencial usuario puede probarse sus modelos de carteras más icónicos, sacando el producto a las calles y permitiendo que cualquiera pueda probarse este producto de lujo. Al mismo tiempo Amazon y Ben&Frank han desarrollado plataformas de realidad aumentada que permiten al usuario probar los productos en tiempo real, de manera realista y en 360°, facilitando el proceso de compra. Por otro lado, Zalando propone un acercamiento 100% virtual con la personalización de un avatar a tu medida y un probador virtual de las prendas sobre ese personaje virtual.

Para mejorar la experiencia de compra online, las marcas ya no sólo buscan tener mercados virtuales con las imágenes del producto: aparecen sino las tiendas virtuales recorribles, similares a las tiendas físicas y que prometen la misma experiencia de compra. Estas tiendas pueden ser recorridas mediante simulación virtual o con un avatar propio, como es el caso de las tiendas dentro de los metaversos. En las tiendas que utilizan realidad virtual, es el cliente quien la recorre en 360°, y puede ser asesorado por una estilista en tiempo real, por chat y videollamada. Proponen una experiencia más personalizada en la tienda para quienes están lejos, tal es el caso del Digital Point de Jazmin Chebar.

Modelos 3D o creados por inteligencia artificial permiten la venta de productos aún inexistentes, productos personalizados o en producción. Acercan la estética del metaverso como un mundo posible de habitar, como ejemplos se pueden citar a la empresa de calzado vegano Barro y a Deep Agency.

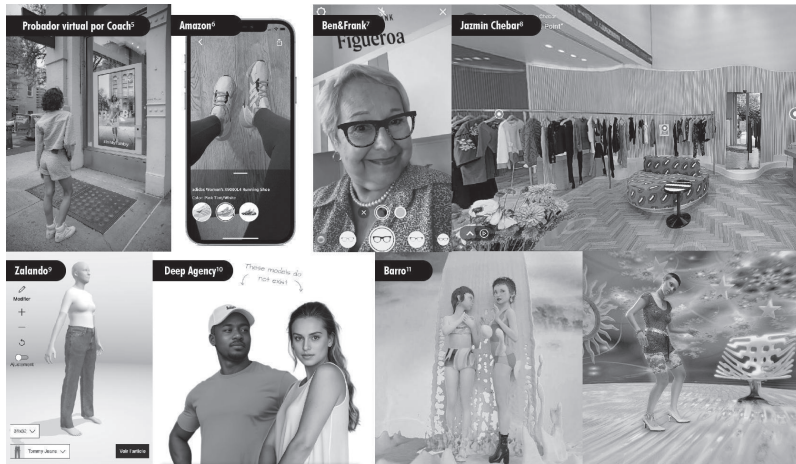


Figura 7. Collage de ejemplos de Categoría 3, en etapa de mercado. Fuente: Elaboración propia.

Categoría 4: Indumentaria 100% virtual: la personalidad virtual

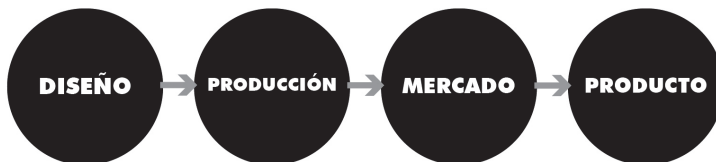


Figura 8. Categoría 4, 100% virtual. Fuente: elaboración propia.

La personalidad virtual es el reflejo de una macro-tendencia que implica la virtualización de una parte de la vida, y que se ve actualmente representada con el Metaverso. Habitar este mundo virtual implica, en muchos casos, la creación de una personalidad virtual, que puede ser o no similar a aquella con la que se vive en la vida analógica. Un nuevo universo, con nuevos códigos más libres y universales, abre posibilidades que tal vez eran restrictas dentro del contexto en el que se habita. Esto no sólo se suscribe al metaverso y a la personificación de un avatar, sino que también ocurre en los otros entornos virtuales, como

pueden ser las redes sociales. Esta función principalmente social de las redes, habilita a habitarlas de la manera en la que se quieren mostrar los usuarios, se puede decir que existe una libertad que permite crear nuevas expresiones. Este poder creativo se extiende hasta la generación de personajes y personalidades, como por ejemplo la influencer Miquela, una de los primeros personajes 100% virtuales, que existe a través de Instagram, donde muestra sus actividades y hasta colabora con marcas y famosos.

Esta mezcla de virtualidad insertada en el mundo físico, juega con la percepción de lo real y lo virtual: ¿Qué es lo real en estas nuevas formas de habitar? Es la muestra de la dimensión social y creativa que puede tener este sistema híbrido y que por ello es interpretado como un nuevo universo. Allí, la indumentaria se desprende de su función útil, la de cubrir y proteger el cuerpo, y comienza a utilizarse por su función comunicativa.

Este nuevo formato del vestir satisficaría el deseo de expresión y pertenencia a grupos sociales dentro de este universo y cumpliría con la función identitaria. Este producto puede ser utilizado en entornos parcial o completamente virtuales, y su uso objetivo es la personalidad del metaverso y la creación de contenido en redes sociales.

En este contexto, los diseñadores tienen total libertad creativa en el diseño de esas prendas, permitiéndoles evadir las leyes de la física y experimentar con morfologías e imitar materialidades que en el mundo tangible serían imposibles de lograr. Aparece así una nueva estética, que aprovecha la libertad para hacer objetos imposibles, que flotan o juegan con el peso y dinámica de los materiales, y que son particularmente comunicativos desde la visual.

Aparece entonces un producto 100% virtual, que no busca corresponder al mundo físico sino simplemente expresarse en su totalidad en entornos digitales. El proceso y producción de estos productos es por ende completamente virtual y se enfoca en un mercado que existe también por este medio.

Este es el caso de Decentraland, un entorno completamente virtual donde la personalidad de los usuarios está materializada por avatares. Este espacio además abre las puertas a la generación de nuevos productos, que resuelvan necesidades propias de estos espacios o aporten nuevas experiencias. En este contexto surgen empresas como DressX, Zero10 o Futureclo que cumplen con satisfacer la necesidad comunicativa del usuario en cuanto a ropa y moda. Puede ser a partir de la vestimenta de avatares o de crear indumentaria virtual posible de utilizarse en el propio cuerpo con la ayuda de la realidad aumentada, es así como surgen colecciones donde el foco del diseño es la comunicación visual de una idea y la libertad desde la materialidad. Un buen ejemplo de esto es la colección de Éter Studio para el primer desfile virtual de Argentina, donde se combinan materialidades difíciles de usar en la realidad para vestirse como lo son el vidrio y el metal.



Figura 9. Collage de ejemplos de Categoría 4, 100% virtual. Fuente: Elaboración propia.

Conclusiones

Mediante el estudio de las tendencias en el mundo de la moda, atravesada actualmente por la industria 4.0, se pudo realizar una categorización que pone en evidencia en qué sector de la cadena productiva tradicional están sucediendo los cambios que trae la digitalización. La industria de la moda siempre ha estado a la vanguardia de la innovación, adaptándose a los cambios sociales, y el último avance es la llegada de la industria 4.0. La aplicación de nuevas tecnologías en las diferentes etapas del proceso productivo de la indumentaria está transformando la forma en que las marcas de ropa interactúan con sus clientes. Este mundo que se despliega abre el debate para el análisis de diferentes situaciones: ¿Es necesario redefinir el concepto de indumentaria? ¿Con la aparición de los modelos virtuales desaparecen los modelos reales? ¿Qué pasa en los territorios con la producción real? ¿Qué pasa con las personas que no tienen acceso a este mundo digital por cuestiones económicas? La función básica de cubrir y proteger el cuerpo fue pensada cuando la vida sucedía en la vida real. En la actualidad la vida también transcurre en un espacio virtual en el cual se hace necesario vestirse y vestir no de la manera tradicional, tal como se evidencia en los casos relevados. Con respecto a los modelos virtuales y a la desigualdad social que impide que un sector de la población mundial se quede afuera de estos cambios se abren grandes debates que sobrepasan el alcance de este trabajo. Con respecto a la producción, solo por mencionar un ejemplo, se puede pensar en los bosques chaqueños devastados para plantar algodón. Si, disminuye la producción real cuál será la fuente de ingresos de esos productos que ya no tienen bosque ni tendrán algodón? La industria 4.0 trae consigo una transformación en la forma en que se diseña y se piensa la moda. Se puede suponer que esta nueva forma de producir de alguna manera genera

un impacto positivo en cuanto a sustentabilidad se refiere. La generación digital de la indumentaria acelera el diseño y la fabricación, reduce la utilización de energía y agua, los residuos textiles y las emisiones de carbono.

Se puede inferir que la utilización de probadores virtuales, la compra mediante el uso de puntos de compra digitales y el diseño personalizado va a disminuir la devolución de productos, lo que implica un menor costo energético en transporte por ejemplo. La compra de indumentaria digital disminuye el uso de recursos, la compra anticipada evita las pérdidas por exceso de stock.

Se entiende como un supuesto porque se requieren de estudios más profundos sobre el tema en cuestión. ¿En qué condiciones trabajan los diseñadores? ¿Cuál es el impacto ambiental del diseño digital? ¿Cuál es la huella de carbono de todo este procesamiento de la información? Solo por mencionar algunas.

Gracias a ella, los usuarios pueden comprar ropa no tangible y usarla a través de realidad aumentada. Estas prendas, además, comenzaron a atravesar la barrera de los videojuegos y se están viendo en desfiles o vestuarios del metaverso.

En el año 2015 el 73% de las personas que no compraban por internet argumentaban que no lo hacían porque el producto no se podía ver, por este motivo las recomendaciones eran: mejorar la presentación de los productos para favorecer la compra online (CACE, 2016). Hoy las nuevas tecnologías van más allá de una presentación, permiten que los usuarios prueben la indumentaria de manera virtual. Hoy se superan esas expectativas ya que hay probadores virtuales que orientan las zonas en las cuales la prenda queda más ajustada o más suelta.

Para cerrar este artículo se puede inferir que la transición hacia industrias digitalizadas posibilita una mayor eficiencia en los procesos de la producción y que a su vez esta nueva industria amplía el horizonte del concepto de sustentabilidad pero también abre otros interrogantes necesarios de abordar en próximas investigaciones.

Bibliografía

- Accenture (2022) Nos vemos en el Metaverso. *El continuo de tecnología y experiencia que redefine nuevos negocios*. Technology trends 2022. <https://www.accenture.com/content/dam/accenture/final/a-com-migration/pdf/pdf-174/accenture-technology-trends-2022-nos-vemos-en-el-metaverso.pdf#zoom%3D40>
- Brezet, H. y Van Hemel, C. (1997) *Ecodesign, A promising approach to sustainable production and consumption*. Ed. UNEP. Paris.
- CACE (2016) Estudio anual de comercio electrónico. Los argentinos y el e-commerce ¿Cómo compramos? <https://cace.org.ar/archivo-de-informes/>
- García Gómez, F. (2020, septiembre). *Economía circular en la industria de la moda: avances y valorización del PET. Análisis de la huella de carbono*. [Archivo PDF. Trabajo Fin de grado]. Santander: ETSIT/ Universidad de Cantabria. Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/19160/427036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Joyanes Aguila L. (2017) *Industria 4.0 La cuarta revolución industrial*. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México
- Mon, L.; Rivera Serena, F. (2018) *The Sprout. Una metodología holística para gestionar la innovación y crear valor en el siglo XXI*. Edit. The Sprout Studio. París.
- Naciones Unidas. (2019, octubre 15). *El costo ambiental de estar a la moda*.
- Newton, C. (2021, July 22). *Mark in the Metaverse*. *The Verge*: <https://www.theverge.com/22588022/mark-zuckerberg-facebook-ceo-metaverse-interview>
- Picco (2022) *Futureclo, el nuevo concepto en digitalización de moda*. Entrevistado por Forbes Digital. <https://www.forbesargentina.com/lifestyle/maison-proust-uno-hoteles-boutique-mas-romanticos-paris-n37771>
- Rogers, D. (2021, November 10). 'Landmark event' claimed as robots pave busy highway in China. *Global Construction Review*: <https://www.globalconstructionreview.com/landmark-event-claimed-as-robotspave-busy-highway-in-china/>

Referencia de imágenes

1. Tabby made-to-order por Coach. Fuente: <https://www.coach.com/shop/customization/made-to-order-rogue/design-your-rogue>
2. Zellerfeld. Fuente: <https://www.zellerfeld.com/product/W5NnQKoSsTTaJnusABOR>
3. Nike by you. Fuente: <https://www.nike.com/gb/u/custom-nike-dunk-low-by-you-10001227/6327863430#Builder>
4. CLO 3D. Fuente: <https://www.clo3d.com/es/clo>
5. Probador virtual por Coach. Fuente: <https://www.voguebusiness.com/technology/coachs-ar-try-on-window-will-stop-shoppers-in-the-street?>
6. Amazon. Fuente: <https://www.aboutamazon.com/news/retail/amazon-makes-shopping-easier-with-virtual-try-on-for-shoes>
7. Ben&Frank. Fuente: https://www.facebook.com/benandfrank.mx/posts/2852699851674282/?paipv=0&eav=AfbfN88DUNtIT08aP2bqxbqxpWxe9Z51FScNDIGKE_v74YgPI-ZpIeXMIYJiq8QotFdg&_rdr
8. Jazmin Chebar. Fuente: <https://my.matterport.com/show/?m=eDryCUyi3Yg>
9. Zalando. Fuente: <https://es.fashionnetwork.com/news/Zalando-lanza-un-probador-virtual-en-sus-25-mercados,1509974.html>
10. Deep Agency. Fuente: https://www-deepagency-com.translate.google/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419&_x_tr_pto=sc&_x_tr_hist=true
11. Barro. Fuentes: https://www.instagram.com/p/CXv7mZcgh3b/?img_index=1 ; <https://carolinabonsi.com/barro-metaverse>
12. Decentraland. Fuente: <https://market.decentraland.org/contracts/0x7df780724f2f816e1b8428d8b192fd8c3539c22b/items/0>
13. DressX. Fuente: <https://dressx.com/collections/ar-looks/products/idolomatis-dress>
14. DressX para Meta. Fuente: <https://elcriptografo.uy/meta-realiza-alianza-con-dress-x-y-crea-linea-de-ropa-virtual/>

15. Eter Studio. Fuente: <https://ar.fashionnetwork.com/news/Un-primer-desfile-virtual-marca-la-segunda-jornada-de-baf-week,1494480.html>
16. Futureclo. Fuente: <https://es.fashionnetwork.com/news/Futureclo-el-proyecto-creado-por-un-argentino-que-busca-la-digitalizacion-en-la-moda,1457397.html>
17. Zero10. Fuente: <https://zero10.app/garment/tommy-aries-bandana-flag-tee-flag-de-nim-pant-1>

Abstract: Industry 4.0 or the fourth industrial revolution, consists of the digitization of industrial processes through the interaction of artificial intelligence. It brings not only improvements in production, but also cuts across social and environmental spheres.

In this paper, using trend analysis as a tool, the current situation of industry 4.0 and its relationship with sustainable design in clothing is analyzed.

The transition towards smarter industries enables greater efficiency in all production processes. In relation to traditional industries, this new positioning with a view to technological growth broadens the horizon of the concept of sustainability.

Keywords: Industry 4.0 - trends - sustainability - clothing - fourth industrial revolution - production - artificial intelligence - technology.

Resumo: A Indústria 4.0 ou a quarta revolução industrial, consiste na digitalização dos processos industriais por meio da interação da inteligência artificial. Traz não só melhorias na produção, mas também perpassa as esferas social e ambiental.

Neste artigo, utilizando como ferramenta a análise de tendências, analisa-se a situação atual da indústria 4.0 e sua relação com o design sustentável no vestuário.

A transição para indústrias mais inteligentes permite maior eficiência em todos os processos produtivos. Em relação às indústrias tradicionais, esse novo posicionamento com vistas ao crescimento tecnológico amplia o horizonte do conceito de sustentabilidade.

Palavras-chave: Indústria 4.0 - tendências - sustentabilidade - vestuário - quarta revolução industrial - produção - inteligência artificial - tecnologia.

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