

nº1

el regreso

Proyecto56

the return

n 1

Proyecta56, an Industrial Design Journal

La publicación presenta un formato anual, un carácter científico y está especializada en Diseño Industrial. Aunque publica su primer número en junio de 2021 y de la mano de la Universidad de Cádiz, la publicación surge a partir de una etapa y proyecto anterior: PROYECTA56. En esta etapa, presentada en la Universidad de Málaga en octubre de 2013, la publicación mantuvo un formato trimestral y un carácter divulgativo. La primera etapa se mantuvo operativa hasta el año 2015 y fue acogida por el centro cultral La Térmica (Málaga), contando con una participación de más de 100 profesionales del diseño industrial del ámbito internacional y siendo participe de exposiciones nacionales e internacionales. Por ese motivo, la actual publicación, de carácter científica, mantiene un porcentaje mínimo de trabajos divulgativos, manteniéndose fiel a sus orígenes.

Los contenidos científicos de esta publicación son revisados por al menos dos expertos externos mediante un proceso de “Revisión por Pares” de doble-ciego. Se garantiza así la confidencial y el anonimato de autores y evaluadores.

Tanto el Comité Científico y Asesor como el Consejo Editorial de Proyecta56, an Industrial Design Journal apuestan por el compromiso ético. Ambos, adoptan como referencia el Código de Conducta que, para editores de revistas científicas, ha establecido el Comité de Ética de Publicaciones, del Committee on Publication Ethics (COPE).

Aunque hacemos los máximos esfuerzos por garantizar la exactitud de la Información, no aceptamos responsabilidad por cualquier daño o perjuicio que se pueda causar. Las ideas y opiniones expuestas en esta revista son de los autores y no reflejan, necesariamente, las opiniones de la entidad editora, Consejo Editorial o Comité Científico y Asesor.

La publicación mantiene una política de buenas prácticas en igualdad de género reflejada en el contenido de trabajos, la forma de la publicacion y sus órganos de gobierno.

Proyecta56 se publica bajo la licencia Creative Commons CC-BY-NC-ND 4.0, siendo una publicación de acceso abierto que permite su difusión y utilización. Los usuarios pueden leer, descargar, copiar y distribuir los textos completos de los artículos, siempre que se indique la autoría, la URL y la revista. No se permite el uso con fines comerciales ni la creación de obras derivadas. Los autores retienen los derechos de autor de sus contribuciones individuales. La revista, Proyecta56, y el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz tienen los derechos de autor para la publicación general y su nombre.

Si bien los autores retienen los derechos de autor de sus artículos, el diseño general, la disposición y la presentación de las ediciones completas, tanto digitales como impresas, están sujetos a derechos de autor mantenidos por Proyecta56 y el Servicio de Publicaciones de la Universidad de Cádiz. El nombre y la marca de la revista también están protegidos por derechos de autor. Cualquier uso más allá de la lectura personal, descarga y compartición de artículos individuales debe cumplir con la licencia y la información de derechos de autor especificadas.

Editada por Universidad de Cádiz - Junio 2021

Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial de la Unviersidad de Cádiz.
Escuela Superior de Ingeniería. Avenida de la Universidad 10, 11519, Puerto Real-Cádiz (España).

CONSEJO EDITORIAL

Edición y dirección

Dra. María Alonso García. Universidad de Cádiz (España)

Seretaría

Dra. María Aguilar Alejandro. Universidad de Sevilla (España)

Vocalías

Dra. Sonia Ríos Moyano. Universidad de Málaga (España)

Dr. Aiur Retejí Uria (Universidad de Deusto)

Dr. Daniel Moreno Nieto. Universidad de Cádiz (España)

Prof. Jordi Blasi ESDESIGN (España)

COMITÉ CIENTÍFICO Y ASESOR

Ignacio Urbina Polo. Pratt Institute Nueva York. (EEUU)

José Manuel Mateo. Profesional Barcelona (España)

Dra. Nuria Rodríguez. Universidad de Málaga. (España)

Dr. Paulo Parra. Universidad de Lisboa. (Portugal)

Dr. Manuel Martínez Torán. Universitat Politècnica de València (España)

Anabella Rondina. Universidad de Buenos Aires. (Argentina)

Carlos Alonso Pascual. Profesional y docente en Universidad de Navarra (España)

Dr. Rubén H.Jacob Dazarola. Universidad de Chile (Chile)

Dra. Ruth Maribel León Morán. Tecnológico de Monterrey (México)

Dr. Juan Pablo Salcedo. Universidad de El Bosque (Colombia)

DISEÑO GRÁFICO, REDES SOCIALES Y MAQUETACIÓN

Beatriz Armillas Mateos

Belén Rangel Palacios

Julia Rodríguez Benítez

DISEÑO DE MARCA

Carlos García Rodríguez

Colaboraciones:

Las entidades que deseen establecer colaboraciones con nuestra revista deben dirigirse a: proyecta56@uca.es

Periodicidad: anual (mes de junio)

e-ISSN: 2340-8391

<https://doi.org/10.25267/P56-IDJ>

<https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i1>

<https://revistas.uca.es/index.php/proyecta56>

06 EDITORIAL

08

Escáneres ópticos 3D de mano en ingeniería inversa

Lucas Menendez,
Manuel Domínguez-Somonte y María del Mar Espinosa-Escudero

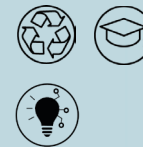


20



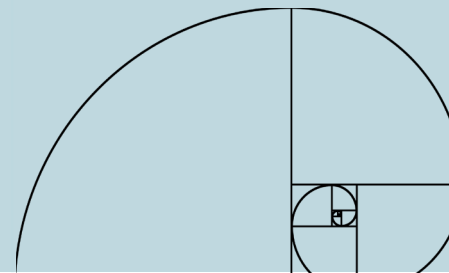
Ser diseñador. Ayer, hoy, mañana
André Ricard

57

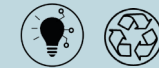


La espiral biomimética inspiradora de retos actuales de diseño y soluciones sostenibles innovadoras

Raquel Cabrero-Olmos,
Luis Calle-Sánchez, Beatriz Rodríguez-García y Victoria Sevilla- Lucio

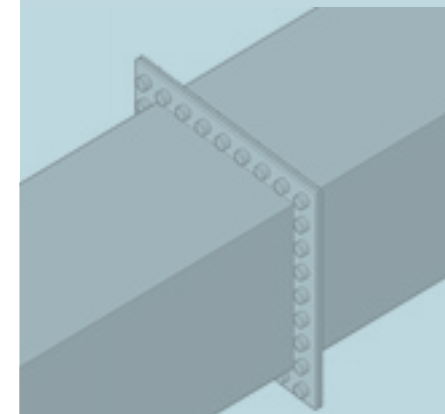


68



Ecodiseño de una marquesina fotovoltaica para fomentar el uso de las energías renovables en empresas

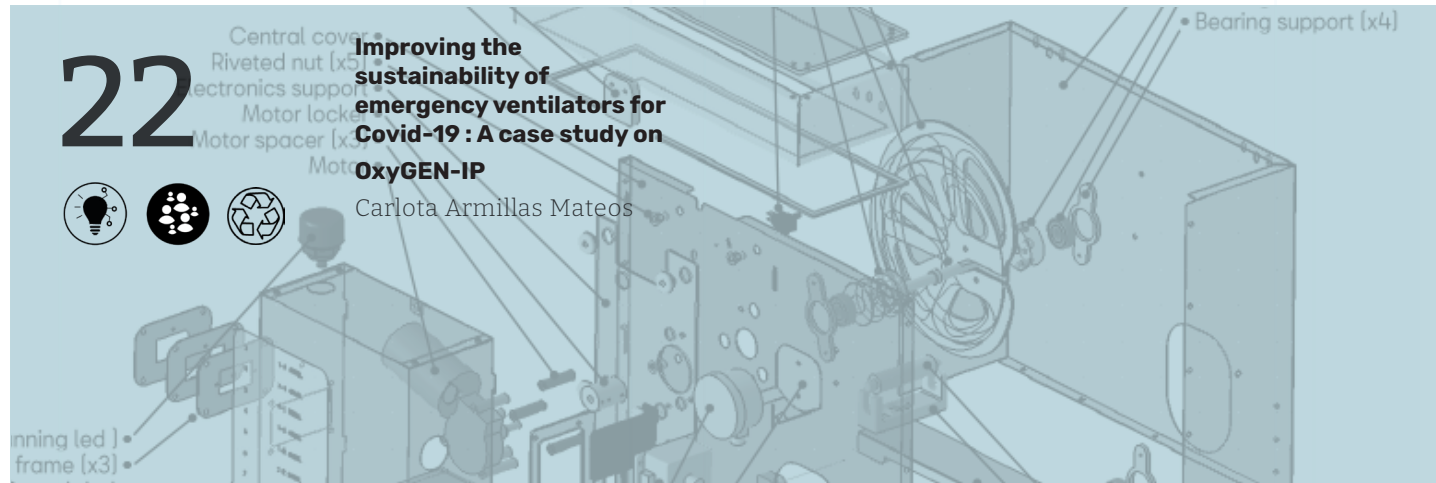
Julia Bustillo-Ergui,
Cristina Alía-García y
Alberto Sanchidián-Blázquez



22

Improving the sustainability of emergency ventilators for Covid-19 : A case study on OxyGEN-IP

Carlota Armillas Mateos



73



Revisión de los nuevos planteamientos de diseño para conseguir estrategias de Zero Waste

Marta Gómez-Martínez



98



Artículo Homenaje

Alberto Corazón. Hablemos solo de diseño

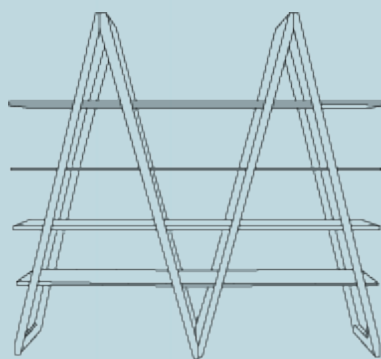
Victor Pérez Escolano



38

Diseñadoras españolas en la Transición, 1982-1992

Josenia Hervás-y-Heras y Silvia Blanco-Agüeira



50



Diseño estratégico para la transformación

Alberto Barreiro



86



Reflexiones sobre el desarrollo de la técnica digital para el diseño de imágenes. Desde sus orígenes a la actualidad.

María Peláez-Piedrola



106 DECLARACIÓN ÉTICA Y DE BUENAS PRÁCTICAS

108 NORMAS DE PUBLICACIÓN Y DE EDICIÓN

El diseño industrial es una disciplina centrada en la proyección de soluciones para uso práctico por parte del ser humano. En este sentido la antigua Proyecta56 nace en el año 2013 con el objetivo de divulgar la opinión y experiencia de profesionales, docentes e incluso estudiantes sobre el ejercicio de esta profesión, cerrando sus páginas a finales del año 2015.

Para el ejercicio de esta profesión son bienvenidas las distintas técnicas innovadoras y los resultados de aquellas investigaciones capaces de asistir al profesional en el ciclo completo de diseño de un producto, en la optimización del mismo y en la interacción usuario-producto. Por este motivo, el proyecto resurge como "Proyecta56, an Industrial Design Journal", en un ámbito internacional, y en un día tan señalado como el de hoy, 29 de Junio. Con este ejemplar, el Equipo Editorial de la publicación, quiere sumarse a la celebración del Día Mundial del Diseño Industrial y aportar, de forma anual, contenido libre y de interés para universidades, empresas y profesionales del diseño industrial.



La nueva publicación se centra en explorar la labor investigadora de la comunidad científica en el ámbito del diseño industrial y el desarrollo de nuevos productos, aunque mantiene un contenido menor de contribuciones divulgativas, tan importantes durante su etapa anterior. Proyecta56, an Industrial Design Journal está abierta de manera internacional a toda la comunidad científica. Su equipo se configura por investigadores, académicos y profesionales internacionales de hasta 7 países.

Este primer número ofrece a los lectores 3 contribuciones divulgativas. En ellas han participado André Ricard, Alberto Barreiro y Víctor Pérez Escolano, gracias al cual, el número incluye un artículo homenaje al diseñador Alberto Corazón. Además, el ejemplar ofrece 7 contribuciones científicas. En ellas se aglutinan más de 15 investigadores del ámbito internacional y convergen las distintas líneas temáticas de la publicación de una forma transversal. Se aúnan, por tanto, tecnología e innovación, usuario y sociedad, aspectos culturales e históricos de la profesión, formación en diseño industrial y medio ambiente.

Convergen diversas líneas transversales y aplicaciones en formación y profesión del diseño industrial a través de distintas opciones innovadoras para el desarrollo de productos respetuosos con el medio ambiente. Convergen nuevas estrategias como la "zero waste" con aplicaciones de la industria fotovoltaica a través del ecodiseño de marquesinas para las empresa, o la inspiración en la naturaleza o uso de la "biomimética" como base para el desarrollo de nuevos proyectos.

El ejemplar engloba, además, trabajos relacionados con la aplicación de la técnica digital para el diseño de imágenes y la de herramientas de la nueva industria 4.0.

Su carácter internacional se traslada a su contenido, a través de la publicación actual centrada en un caso práctico muy actual: La mejora de los respiradores de emergencia para el Covid-19.

La revista se muestra comprometida con la perspectiva e igualdad de género. Esto no sólo se observa en la distribución del Equipo Editorial, sino que entre las contribuciones del mismo, se incluye un trabajo sobre el papel de las mujeres en el diseño industrial en España.



Revisión | Review

Escáneres ópticos 3D de mano en ingeniería inversa | Handheld optical 3D scanners in reverse engineering

Lucas García Menéndez^{1*}; Manuel Domínguez-Somonte² y María del Mar Espinosa-Escudero²

Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales (ETSI) de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED). Juan del Rosal 12, 28040 Madrid.

¹ Graduado en Ingeniería Mecánica por la Universidad de Oviedo (2019). Estudiante del Máster Universitario en Ingeniería del Diseño (UNED). lgarcia2715@alumno.uned.es. ORCID: 0000-0002-4832-961X.

² Departamento de Ingeniería de Construcción y Fabricación. mdominguez@ind.uned.es. ORCID: 0000-0003-1037-0542; mespinosa@ind.uned.es. ORCID: 0000-0002-2812-7041

Recibido: 14 de febrero 2021 | Aceptado: 2 de mayo 2021 | Publicado: 29 de junio 2021

DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i1.3>

Resumen

Una parte fundamental en cualquier proceso de ingeniería inversa es la adquisición de datos. En el caso de componentes mecánicos o, en general, de cualquier objeto físico, existen numerosos métodos y herramientas para abordar dicha fase, entre los que destacan los escáneres ópticos 3D de mano. En comparación con los escáneres estáticos, los escáneres de mano tienen la ventaja de ser más fáciles tanto de transportar como de utilizar. En este documento, tras una breve descripción del proceso de ingeniería inversa, se profundiza en la fase de adquisición de datos y, concretamente, en las tres tecnologías en las que basan su funcionamiento los escáneres ópticos 3D de mano. Además, se incluyen ejemplos de los dispositivos más innovadores dentro de cada categoría y se abordan los métodos de posicionamiento de los escáneres ópticos 3D.

Palabras clave: escaneado láser 3D, ingeniería de diseño, ingeniería inversa, triangulación, luz estructurada, técnicas de diseño.

Abstract

Data acquisition is a key part in any reverse engineering process. When measuring mechanical components, or any physical object, there are numerous methods to perform this phase, but handheld 3D scanners are among the most popular. Compared to static scanners, handheld scanners have the advantage of being easier to transport and use. The present article contains a brief description of reverse engineering and an analysis of the three technologies that make handheld 3D scanners possible. Examples of the most innovative devices within each category are included and the positioning methods of optical 3D scanners are discussed. This article aims to bring together the latest information on handheld optical scanners and their technologies in order to facilitate the choice of the most suitable method for each application.

Keywords: 3D laser scanning, engineering design, reverse engineering, engineering, triangulation, structured light, design techniques.

Introducción

En el campo del diseño mecánico, la ingeniería inversa supone el inicio de un proceso de rediseño, en el que un producto es observado, desmontado, analizado, probado, “experimentado” y documentado en términos de su funcionalidad, forma, fabricación y ensamblaje (Otto & Wood, 1998). Si bien dicho proceso de análisis se puede llevar a cabo con medios convencionales, la ingeniería inversa se ha popularizado gracias al desarrollo y proliferación de las técnicas de diseño asistido por ordenador y de escaneado 3D. Mientras que la ingeniería convencional transforma conceptos y modelos en componentes reales, en la ingeniería inversa los componentes reales son transformados en modelos y conceptos (Várady, Martin & Cox, 1997).

Los procesos de ingeniería inversa actuales se puede resumir en dos pasos: (1) adquisición de datos (medición) y (2) reconstrucción de superficies (Ameen, Al-Ahmari, & Mian, 2018). El objetivo de la adquisición de datos es recoger información tanto formal como dimensional de un objeto existente. El resultado de dicha medición suele estar representado como una nube de puntos (Figura 1).

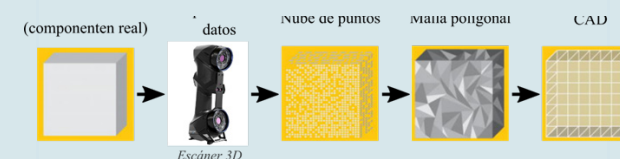


Figura 1. Proceso típico de ingeniería inversa en el campo del diseño mecánico.

La fase de reconstrucción de superficies incluye el pre-procesamiento de la nube de puntos para filtrar el ruido, conectar puntos adyacentes, reducir la redundancia y fusionar las nubes de puntos tomadas desde diferentes puntos de vista; la segmentación de la nube de puntos para ajustar los subconjuntos producto de la segmentación a superficies y, por último, la creación del modelo geométrico (Várady, Benkő, Kós, Renner, & Weiß, 1999).

Adquisición de datos en los procesos de ingeniería inversa

Existen diferentes técnicas de adquisición de datos en función de las necesidades concretas de cada aplicación y de la precisión que se desea obtener. Cabe destacar que la precisión de los datos obtenidos tiene gran impacto en los subsiguientes pasos del proceso de ingeniería inversa. Una medición incorrecta puede dar lugar a resultados inexactos y, en definitiva, a un fracaso del proceso de ingeniería inversa. Por lo tanto, es crucial que el método de adquisición de datos sea el adecuado para cada aplicación concreta (Ameen et al., 2018).

Las técnicas de adquisición de datos pueden clasificarse en técnicas con contacto y técnicas sin contacto. Como su propio nombre indica, las técnicas con contacto implican que una sonda toque la superficie del objeto del que se quiere obtener la información (Figura 2).

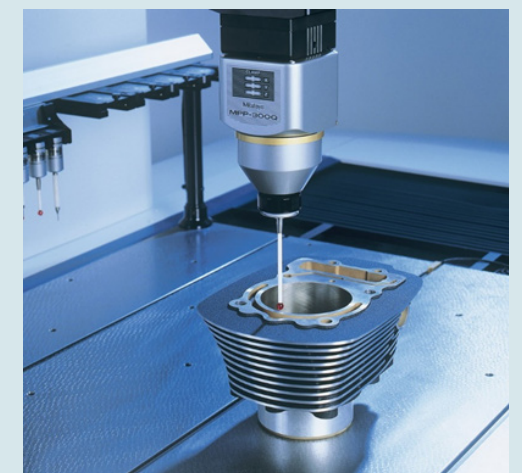


Figura 2. Máquina de medición por coordenadas

A su vez, las técnicas sin contacto pueden dividirse en dos categorías: activas y pasivas (Figura 3). Las técnicas activas basan su funcionamiento en la emisión de algún tipo de radiación, ya sea luz (métodos ópticos), sonido (sónar) o rayos X. Para obtener información sobre el cuerpo a escanear, se detecta el reflejo que la radiación emitida ha producido o, en algunos casos, la radiación

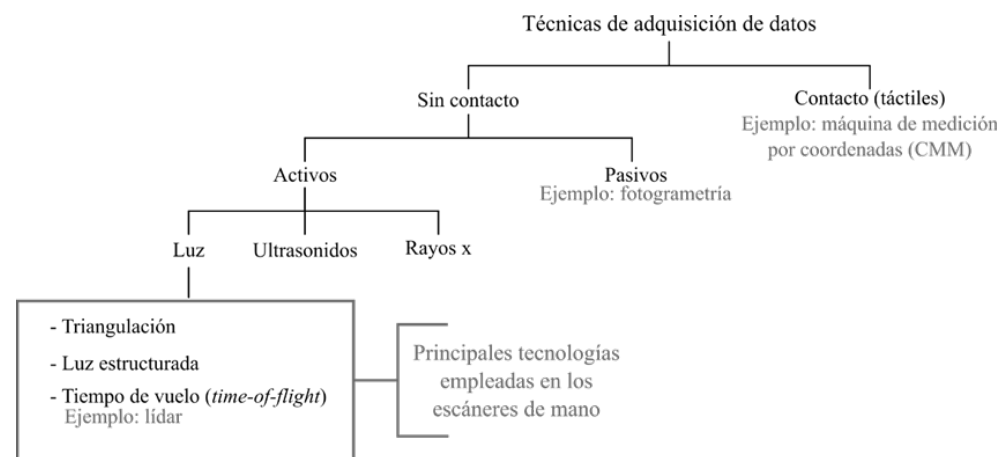


Figura 3. Resumen de las técnicas de adquisición de datos en ingeniería inversa.

que ha pasado a través de dicho cuerpo. Por el contrario, las técnicas de adquisición de datos sin contacto pasivas se apoyan en instrumental que no emite ningún tipo de radiación por sí mismo, sino que se basan en la detección de la radiación ambiental. Debido a su fácil disponibilidad, se suele utilizar la luz como radiación ambiental.

Un ejemplo de técnica de adquisición de datos sin contacto pasivas es la fotogrametría, la cual permite obtener información tridimensional de un objeto a partir de una serie de fotografías del mismo. Si se trabaja con una foto, se puede obtener información de la geometría del objeto, es decir, información bidimensional. Si se trabaja con dos fotos, en la zona común a éstas (zona de solape), podremos tener visión estereoscópica; o dicho de otro modo, información tridimensional. En este principio básico se basan las técnicas de fotogrametría.

Para aplicaciones en el campo de la ingeniería inversa, es común el empleo de técnicas de adquisición de datos sin contacto, activas y emisoras de luz (ópticas). Los dispositivos basados en ese tipo de técnicas reciben el nombre de escáneres ópticos 3D (Kuş, 2009).

En el campo de la ingeniería inversa, dado que los objetos a escanear suelen ser de tamaño reducido, se busca que los dispositivos sean ligeros y fáciles de

transportar y manejar, motivo por el cual han proliferado los escáneres de mano. En otras aplicaciones, como la construcción o la topografía, el principal requisito es el que el rango de escaneado sea muy amplio. Estos dispositivos suelen emplear la tecnología LiDAR (ver más abajo), son de grandes dimensiones y requieren un trípode para mantener una posición estática.

Escáneres láser de mano

La mayoría de dispositivos de este tipo basan su funcionamiento en alguna de las tres técnicas de escaneado óptico mostradas en la Figura 3: triangulación, luz estructurada y, en menor medida, lidar. A continuación, se detalla el funcionamiento de estas tres tecnologías y se analizan las principales características y especificaciones de los dispositivos más avanzados de cada categoría.

Triangulación

En este método se proyecta un rayo láser sobre el sujeto y, a través de una cámara, se detecta la ubicación del punto donde incide el mismo. Dependiendo de la distancia que recorre desde el emisor hasta alcanzar la superficie del objeto, el punto aparece reflejado en diferentes posiciones del sensor de la cámara. Esta técnica recibe el nombre de triangulación porque el punto del objeto donde incide el láser, la cámara y

el emisor láser forman un triángulo (Figura 4).

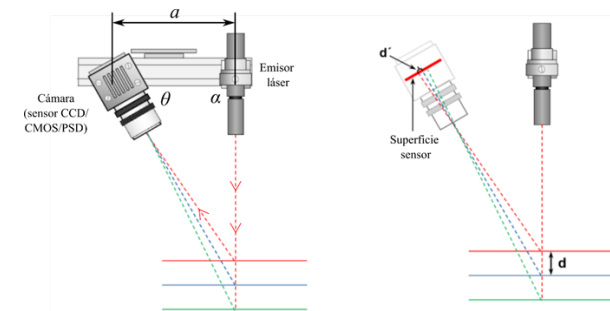


Figura 4. Esquema de la tecnología de triangulación láser (MoviMED, s. f.).

Tanto la longitud del lado a del triángulo (distancia entre la cámara y el emisor láser) como el ángulo en el vértice donde se encuentra el emisor láser (α) son conocidos. Además, el ángulo en el vértice correspondiente a la posición de la cámara (θ) se puede determinar en base a la ubicación del punto donde incide el láser en el objeto. Estos tres datos definen completamente tanto la forma como el tamaño del triángulo y proporcionan la ubicación del vértice correspondiente al punto de contacto entre el láser y el objeto (França, Gazziro, Ide, y Saito, 2005)(Li, Wang, y Fu, 2016).

Las líneas de colores de la Figura 4 muestran cómo el láser reflejado incide en diferentes puntos del sensor de la cámara en función de la distancia entre el emisor láser y la superficie del objeto. El punto en el que el láser reflejado incide en el sensor (cámara) depende de la posición vertical del objeto respecto al conjunto emisor láser/cámara. Como muestra la Figura 4, la variación de posición vertical del objeto (d) produce cambios proporcionales en la posición del sensor donde se refleja el láser (d').

El método de triangulación expuesto supone una forma efectiva de calcular la distancia entre el sensor (cámara) y un punto del objeto. Si se miden varios puntos se podría obtener información de un perfil o un área, pero sería un proceso largo y poco eficiente. Para este tipo de aplicaciones se emplean sistemas que proyectan una o varias líneas láser sobre la superficie objetivo (Figura 5). La línea láser reflejada en el sensor

proporciona una sección transversal del objeto a escanear (MoviMED, s. f.).

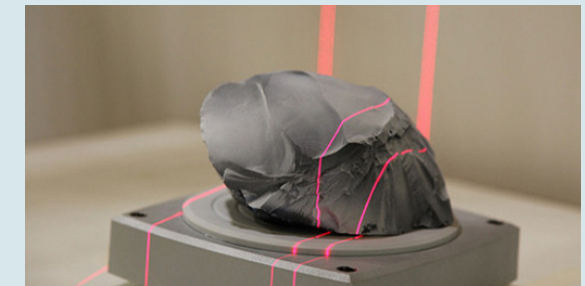


Figura 5. Escaneado mediante triangulación (Alexandrea, 2017)

Los escáneres basados en el método de triangulación son ampliamente utilizados en ingeniería inversa y en reconstrucción del patrimonio artístico. Cabe destacar que estos dispositivos cuentan con un rango de escaneado pequeño, por lo que son adecuados para objetos cercanos. En (Lv et al., 2018), se emplea el escáner Creaform EXScan para digitalizar una tetera. Dada la geometría característica de dicho objeto, capturar su forma con exactitud a través de métodos tradicionales sería muy difícil, por lo que se resalta la idoneidad de las técnicas de escaneado láser en el campo de la ingeniería inversa. En (Ion et al., 2017), el mismo dispositivo es utilizado para la reconstrucción de los complejos estucos del edificio Nanu-Muscel de Bucarest.

Las principales ventajas de la tecnología de triangulación láser son la resolución y la precisión en distancias cortas. Además, el diseño de los dispositivos que emplean esta tecnología es simple, por lo que suelen tener un coste más bajo que el resto. Se debe tener en cuenta que las propiedades de la superficie a escanear tienen un gran efecto en el proceso. Las superficies muy brillantes o transparentes pueden ser problemáticas y comprometer la calidad de los datos adquiridos. En menor o mayor medida, la dificultad para escanear superficies brillantes es común a todos los escáneres, independientemente de la tecnología en la que estén basados.

Un ejemplo de escáner cuyo funcionamiento se base en esta técnica es el Creaform HandyScan BLACK Elite

(Figura 6). Desarrollado por la empresa canadiense Creaform en 2019 (Creaform, s. f.), este dispositivo pertenece a la línea de escáneres de mano Handyscan. Proyecta once cruces de láser azul sobre el objeto a escanear. Además, cuenta con un modo de láser simple que permite escanear zonas con dificultad de acceso, como agujeros y cavidades.

Una de las características más destacables del HandyScan BLACK Elite es su capacidad para crear una malla del objeto escaneado en tiempo real. De este modo, el usuario tiene una óptima visualización del progreso durante el proceso de escaneado. En cuanto a las especificaciones técnicas, tiene una velocidad de adquisición de datos de 1.300.000 puntos por segundo y puede escanear piezas de entre 0,05 y 4 m con una precisión de 0,025 mm.



Figura 6. Creaform HandyScan BLACK Elite

El láser azul permite obtener mejores resultados a la hora de escanear objetos de ciertos materiales o acabados superficiales. Por ejemplo, los metales candentes, emiten luz en las longitudes de onda en las que operan los láseres rojos, impidiendo que se logren mediciones estables. En algunos casos, la luz emitida puede llegar a tal punto que la medición láser falle por completo.

Sin embargo, la longitud de onda del láser azul es más corta (Figura 7), por lo que está más lejos de la parte roja del espectro visible. Por este motivo, no le afecta la luz emitida por el metal, consiguiendo así una medición más estable.

Al escanear materiales orgánicos, transparentes o translúcidos (como, por

ejemplo, plásticos), el láser rojo penetra más en la superficie del objeto, creando un punto desenfocado y borroso. Esto se traduce en una medición inexacta y poco fiable. Por el contrario, debido a su corta longitud de onda, el láser azul no penetra en el objeto, proyectando un punto enfocado y muy pequeño que proporciona una medición estable y precisa.

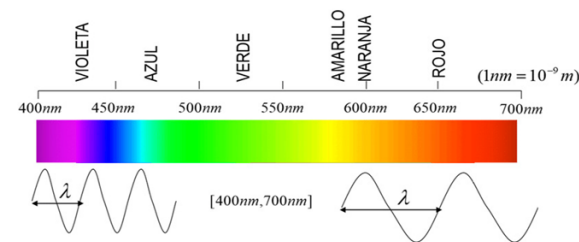


Imagen 7. Espectro de luz visible que puede percibir el ojo humano (Becerra, 2019).

Por último, el láser azul es recomendable a la hora de escanear superficies pulidas o brillantes. Ante superficies de este tipo, la luz roja se distorsiona y aumenta el ruido de la señal detectada. Nuevamente, la corta longitud de onda de la luz azul es la responsable de su buen funcionamiento.

Sin embargo, la mayor intensidad del láser rojo hace que sea adecuado a la hora de escanear superficies mates u objetos en movimiento (Jones, 2016).

Luz estructurada

Los escáneres basados en el uso de luz estructurada están compuestos de una o más cámaras y un proyector que plasma un patrón (en la mayoría de los casos compuesto de rayas) sobre el objeto que se desea escanear. La superficie de dicho cuerpo deforma el patrón proyectado, de tal forma que las rayas se adaptan a la curvatura del objeto (Figura 8).

El escáner, a través de las cámaras, captura el patrón distorsionado y elabora un modelo 3D a partir de él. Dependiendo del grosor de las rayas, el escáner determina la distancia a un punto del objeto, ya que cuanto más lejos esté menor será el grosor de las rayas. Por el contrario, cuanto más cerca

esté el objeto, mayor será el grosor de las rayas del patrón deformado. Para mejorar la precisión y calidad de la medición, se proyectan varios patrones con diferentes composiciones sobre el objeto (entre 3 y 10 patrones diferentes por cada punto de vista).

Una de las principales desventajas de esta técnica de escaneo es que no es adecuada cuando el objeto presenta superficies reflectantes. La forma en que la luz incidente se refleja en el objeto a escanear es la principal fuente de información en este tipo de escáneres, por lo que cualquier interacción inesperada entre la luz y el objeto causará problemas en la adquisición de datos. Las superficies transparentes pueden provocar la pérdida de detalles en el modelo, y las superficies reflectantes pueden hacer que la luz se refleje lejos de la cámara (Wang & Feng, 2016).

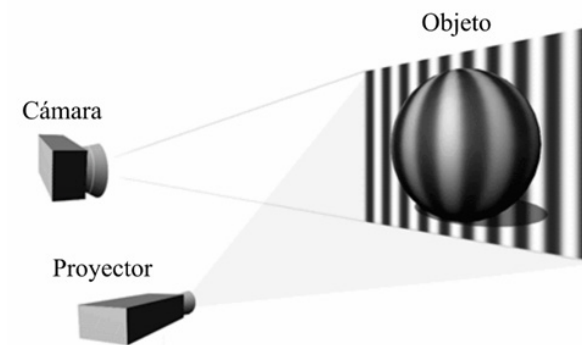


Figura 8. Esquema de la tecnología de luz estructurada.

En comparación con la triangulación láser, la luz estructurada ofrece una velocidad de escaneado mucho más alta. Debido a la rapidez de adquisición de datos, este tipo de dispositivos son menos tendentes a inexactitudes debidas a perturbaciones ambientales. La principal desventaja de esta tecnología es su alta sensibilidad a las condiciones de luz del entorno, lo que dificulta su uso en el exterior.

Un ejemplo de esta técnica es el FARO Freestyle 2 (Figura 9). Introducido en 2020, el Freestyle 2 es el último modelo de la línea de escáneres de mano de la empresa FARO Technologies (FARO, s. f.).

Este dispositivo cuenta con: un proyector láser que emite una red de puntos (matriz),

dos cámaras encargadas de leer dicha red de puntos, una cámara a color para capturar los fotogramas y 3 diodos emisores de luz led para iluminar el entorno. Además, requiere que el usuario porte un ordenador móvil de pequeño tamaño.



Figura 9. FARO Freestyle 2

LiDAR o Time of Flight (ToF)

Un lidar (acrónimo del inglés LiDAR, Light Detection and Ranging o Laser Imaging Detection and Ranging) es un dispositivo que, gracias a un haz de luz láser pulsado, es capaz de determinar la distancia desde un emisor láser a un objeto o superficie.

Es una tecnología basada en el cálculo del tiempo de vuelo. La distancia se obtiene midiendo el tiempo que tarda el haz de luz desde su emisión hasta que rebota en la superficie y es detectado por el sensor. A partir de este tiempo, y teniendo en cuenta que la velocidad de la luz es una constante conocida, se obtiene la distancia entre el emisor láser y el objeto.

La tecnología LiDAR permite el escaneado de rangos muy amplio, por lo que se suele utilizar en escáneres no portátiles de mayores dimensiones. Sin embargo, en los últimos años han salido al mercado los primeros escáneres de mano que emplean tecnología LiDAR.

Dado que el rango de escaneado de los dispositivos basados en LiDAR es mucho mayor que el de aquellos que emplean las tecnologías anteriores, se utilizan en

campos como la topografía, ingeniería, arquitectura y construcción.

Adiferenciadelosescáneresdetriangulación láser, los LiDAR miden la distancia a un punto de cada vez. Para escanear todos los puntos de su campo de visión, el escáner desplaza el láser formando una bóveda de 360º en horizontal y 270º-300º en vertical.

Como hemos visto, los escáneres LiDAR miden el tiempo que tarda el haz de luz desde su emisión hasta que rebota en la superficie y es detectado por el sensor. Cuando los objetos están cerca del emisor, este tiempo es muy pequeño y, por tanto, difícil de medir. Por este motivo, a la hora de escanear objetos cercanos, son menos precisos que los dispositivos basados en triangulación láser o luz estructurada.

Un ejemplo de esta técnica es el Leica BLK2GO (Figura 10). Fundada en Suiza en 1819, Leica Geosystems es una empresa que desarrolla su actividad en los sectores de la medición y la topografía. En su catálogo actual cuenta con un solo escáner de mano, el Leica BLK2GO. Este dispositivo, lanzado al mercado en 2019, captura imágenes y nubes de puntos en tiempo real. Combina un sistema LiDAR de doble eje con una tecnología de localización y asignación simultánea, la cual permite registrar su trayectoria de movimiento. Dicho sistema consiste en un grupo de algoritmos que procesan datos capturados a través de múltiples sensores (fuentes de información), tales como: unidades de medición inercial (las cuales, a su vez, están formadas por una combinación de sensores), LiDAR 2D o 3D, imágenes, etc. En el ámbito del escaneado 3D, los algoritmos SLAM combinan y utilizan los datos recogidos de estas fuentes de información para registrar la posición del escáner y, al mismo tiempo, construir una nube de puntos 3D del entorno escaneado. Al igual que la mayoría de escáneres láser de mano, este dispositivo no requiere señal de geoposicionamiento por satélite (GPS) para su funcionamiento, lo que permite su utilización en lugares extremadamente remotos.

El Leica BLK2GO combina una unidad de medición inercial, una cámara de 12 Mpx y tres cámaras de 4,8 Mpx que permiten la navegación visual, la coloración de la nube de puntos y la captura de imágenes panorámicas (Piniotis, Soile, Bourexis, Tsakiri, & Ioannidis, 2020). El rango de escaneado, principal ventaja de este equipo, es de 25 m (O'Neill, 2020). De los tres dispositivos analizados en el presente artículo, el BLK2GO cuenta con el mayor alcance.



Figura 10. Leica BLK2GO.

A continuación, se recogen en la Tabla 1 las ventajas, desventajas y campos de aplicación de las tres tecnologías.

Cabe destacar que el análisis comparativo de la Tabla 1 es orientativo, ya que existen dispositivos que, a pesar de emplear la misma tecnología, cuentan con especificaciones técnicas muy diferentes. Por este motivo, en la Tabla 2 se reúnen algunas de las características más relevantes de los tres dispositivos analizados en el presente artículo.

Los escáneres escogidos para el análisis representan, dentro de cada tecnología, algunas de las opciones más avanzadas y sobresalientes del mercado. Lógicamente, esto se ve reflejado en el precio de los equipos. Sin embargo, teniendo en cuenta la gran variedad de escáneres desarrollados en los últimos años, existen opciones más económicas que, dependiendo de la aplicación, pueden ser consideradas. Un

Tabla 1. Análisis comparativo entre las 3 tecnologías descritas.

	Triangulación	Luz estructurada	Lídar
Ventajas	Gran resolución y precisión. Bajo coste	Alta velocidad de adquisición de datos	Rangos de escaneado muy amplios
Desventajas	Alcance (rango) de escaneado corto	Alta sensibilidad a las condiciones de luz del entorno (no recomendables para aplicaciones en el exterior)	Precisión limitada
Campos de aplicación	Ingeniería inversa, reconstrucción del patrimonio artístico	Ingeniería inversa	Topografía, arquitectura, Construcción

Tabla 2. Análisis comparativo entre los 3 dispositivos analizados.

	Creaform HandyScan BLACK Elite	FARO Freestyle 2	Leica BLK2GO
Tecnología	Triangulación	Luz estructurada	Lídar
Precio aproximado	45.000 €	50.000 €	55.000 €
Alcance (rango)	0,05-4 m	0,4-5 m (hasta 10 m con una calidad de datos limitada)	0,5-25 m
Precisión	0,035 mm	0,5 mm	6-15 mm
Dimensiones	142×79×288 mm	285×56×30 mm	Altura: 279 mm Diámetro: 80 mm
Peso	0,94 kg	1,48 kg	0,775 kg

ejemplo de escáner láser de mano de bajo coste es el Peel 3D peel 2, el cual tiene un precio aproximado de 7.500 €. Basado en luz estructurada, cuenta con una precisión de 0,25 mm y un rango de escaneado de entre 0,3 y 3 m.

A pesar de que este artículo se centra en los escáneres ópticos de mano, cabe mencionar la fotogrametría como alternativa al escaneado láser. La fotogrametría supone un método de adquisición de datos muy popular en el campo de la ingeniería inversa ya que, desde el punto de vista del hardware, el principal requisito es una cámara fotográfica.

Posicionamiento del escáner

El método de posicionamiento de un escáner 3D se define como la forma en que un sistema captura el espacio tridimensional

y alinea los datos recogidos durante los diferentes escaneos. Existen varios métodos para determinar la posición de un escáner 3D. En el caso de los brazos de medición, la posición del extremo del brazo (dónde se encuentra un puntero o un cabezal de escaneado 3D) se determina a través de sensores (codificadores mecánicos o encoder) integrados en el brazo. Los brazos de medición necesitan estar fijados a una superficie, es decir, requieren un enlace físico (brazo) para posicionar su extremo (Figura 11a).

Otros escáneres emplean sistemas ópticos para determinar su posición. Este método consta de dos elementos: un rastreador óptico fijo montado sobre un trípode y un escáner 3D que es manipulado por el usuario. El escáner es posicionado en el espacio en tiempo real gracias a las cámaras del rastreador. A pesar de que no se requiere una unión mecánica entre el escáner y el

rastreador óptico, siempre debe existir una línea de visión clara y directa entre los dos dispositivos (Figura 11b).



Figura 11. Brazo de medición (izquierda) y sistema óptico de posicionamiento (derecha).

Los escáneres de mano recogen los datos en relación a un sistema de coordenadas interno. Teniendo en cuenta que el escáner está en movimiento, es necesario determinar la posición del mismo para poder utilizar los datos capturados. Para ello, utilizan un sistema de auto-posicionamiento. El escáner utiliza el objeto a escanear como referencia para su posicionamiento. Por tanto, a diferencia de los métodos de posicionamiento anteriores, no se requiere ningún dispositivo externo. Esto se traduce en una reducción del tiempo de preparación de escaneo y en una mayor facilidad de trabajo en entornos complejos o de difícil accesibilidad.

Los escáneres de mano utilizan cámaras para conseguir una visión estereoscópica, es decir, son capaces de integrar dos imágenes en una sola para crear una imagen tridimensional. Esto permite que el dispositivo determine su posición en relación a puntos específicos, los cuales pueden ser dianas de posicionamiento o características del objeto. Además, existen escáneres de posicionamiento híbrido, los cuales combinan la precisión del posicionamiento mediante dianas con la flexibilidad del posicionamiento mediante características del objeto escaneado.

En el posicionamiento mediante dianas, se colocan puntos de posicionamiento antes de iniciar el proceso de escaneo (Figura 12), ya sea sobre el objeto a escanear o, en el caso de un objeto de dimensiones reducidas, alrededor del mismo. Las dianas

suelen adhesivas y tienen una geometría simple específicamente diseñada para ser detectada por el escáner. El escáner determina la posición relativa de cada diana detectada. Para lograr un posicionamiento preciso, se debe tener un mínimo de 3 dianas en el campo de visión. A medida que el escáner se mueve alrededor de la pieza, se detectan nuevas dianas y se registran en el modelo de posicionamiento global.



Figura 12. Posicionamiento mediante dianas situadas en la superficie escaneada.

Algunos escáneres utilizan las características del objeto a escanear (sus atributos de forma y textura) para su posicionamiento. A medida que se adquieren los datos, el dispositivo detecta y registra formas y texturas en el área escaneada. Al escanear desde otra posición, las características detectadas se comparan con las previamente registradas para hacer coincidir las capturas y determinar la posición del escáner. Las características del objeto escaneado deben ser lo suficientemente prominentes para ser detectadas con precisión.

Además, existen un método de posicionamiento híbrido, en el cual el usuario compensa la falta de características en un objeto determinado añadiendo dianas de posicionamiento.

El posicionamiento mediante dianas proporciona los resultados más precisos y fiables, pero se debe tener en cuenta el tiempo invertido en la colocación de las dianas. Por otro lado, el posicionamiento mediante características del objeto es el método más rápido y simple, pero los datos obtenidos tienen una precisión menor

(Allard & Lavoie, 2014). A continuación, se recogen las ventajas y limitaciones de los tres métodos de auto-posicionamiento empleados en los escáneres ópticos 3D de mano (Tabla 3).

Tabla 3. Ventajas y limitaciones de los tres métodos de auto-posicionamiento.

	Ventajas	Limitaciones
Posicionamiento mediante dianas	Válido para escanear cualquier superficie. Buena precisión y fiabilidad.	Requiere tiempo de preparación (instalación de dianas)
Posicionamiento mediante características	No se necesitan brazos de medición, trípodes, dianas u otros dispositivos de posicionamiento. El escáner se basa únicamente en la geometría de la pieza para posicionar los datos. Método más rápido y simple.	Puede no ser válido en superficies con características poco prominentes o, en el peor de los casos, superficies planas.
Posicionamiento híbrido	Las dianas compensan la posible falta de características de la superficie a escanear	Requiere tiempo de preparación (instalación de dianas)

Conclusiones

Las técnicas de escaneo láser tienen un gran número de aplicaciones, entre las que destaca la ingeniería inversa. Una parte fundamental en cualquier proceso de ingeniería inversa es la adquisición de datos. Los avances tecnológicos de los últimos años han hecho posible que los dispositivos de escaneo láser 3D cada vez sean más pequeños, ligeros y fáciles de usar. Se podría considerar el desarrollo de los escáneres láser de mano como el punto culminante de los avances en la portabilidad de los dispositivos.

El presente artículo describe las tres técnicas de escaneo láser más significativas: triangulación, luz estructurada y LiDAR. Además, incluye ejemplos de los escáneres de mano más avanzados disponibles actualmente en el mercado. Se ha analizado el estado actual de esta tecnología unificando los diferentes principios de funcionamiento de los dispositivos más relevantes entre los actuales.

Teniendo en cuenta el análisis realizado, se puede concluir que los dispositivos basados en triangulación láser y los basados en luz estructurada tienen unas características técnicas muy similares, por lo que ambos comparten el mismo campo de aplicación.

Por otro lado, los escáneres de mano basados en tecnología LiDAR cuenta con un rango de escaneo mucho mayor (en dispositivos móviles, puede llegar hasta los 250m), por lo que su campo de aplicación es diferente al de los anteriores. Sin embargo, en un caso real, habría que conocer con profundidad la aplicación para determinar cuál sería la tecnología más adecuada.

Referencias

Alexandrea, P. (2017). The Complete Guide to 3D Scanners using Laser Triangulation - 3Dnatives. Recuperado 2 de mayo de 2021, de 3Dnatives website: <https://www.3dnatives.com/en/3d-scanner-laser-triangulation080920174-99/>

Allard, P. H., & Lavoie, J. A. (2014). Differentiation of 3D scanners and their positioning method when applied to pipeline integrity. NDT 2014 - 53rd Annual Conference of the British Institute of Non-Destructive Testing, (418).

Ameen, W., Al-Ahmari, A. M., & Mian, S. H. (2018). Evaluation of handheld scanners for automotive applications. Applied Sciences (Switzerland), 8(2). <https://doi.org/10.3390/app8020217>

Becerra, F. (2019). Patrones de Conducta Facial para Identificar Accesos Informáticos no Autorizados. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11400.67845>

Creaform. (s.f.) Creaform launches Handyscan black: the ultimate reference in portable metrology. Recuperado 2 de diciembre de 2020, de <https://www.creaform3d.com/en/news/creaform-launches-handyscan-black-ultimate-reference-portable-metrology>

FARO. (s. f.). FARO lanza el escáner 3D portátil Freestyle 2. Recuperado 2 de diciembre de 2020, de <https://www.faro.com/es-es/news/faro-lanza-el-escaner-3d-portatil-freestyle-2/>

França, J. G. D. M., Gazziro, M. A., Ide, A. N., & Saito, J. H. (2005). A 3D scanning system based on laser triangulation and variable field of view. International Conference on Image Processing, ICIP, 1, 425-428. <https://doi.org/10.1109/ICIP.2005.1529778>

Ion, R. M., Gurgu, V., Bucurica, I. A., Teodorescu, S., Ion, M. L., Postolache, D., & Darida, I. (2017). 3D-Reconstruction of the Complex

Stuccoes from Patrimony Buildings. Digital Presentation and Preservation of Cultural and Scientific Heritage, 7(September), 107-112.

Jones, C. (2016). Red vs Blue Lasers: A Comparison of Triangulation Sensors. Recuperado 27 de marzo de 2021, de <https://www.automation.com/en-us/articles/2016-2/red-vs-blue-lasers-a-comparison-of-triangulation-s>

Kuş, A. (2009). Implementation of 3D optical scanning technology for automotive applications. Sensors, 9(3), 1967-1979. <https://doi.org/10.3390/s90301967>

Li, X. Q., Wang, Z., y Fu, L. H. (2016). A laser-based measuring system for online quality control of car engine block. Sensors (Switzerland), 16(11). <https://doi.org/10.3390/s16111877>

Ly, S., Zhu, Y., Ni, H., Wang, X., Huang, T., & Zhang, J. (2018). Teapot three-dimensional geometrical model reconstruction based on reverse engineering and rapid prototyping technology. Proceedings - 2018 3rd International Conference on Mechanical, Control and Computer Engineering, ICMCCE 2018, 180-184. <https://doi.org/10.1109/ICMCCE.2018.00044>

MoviMED. (s. f.). What is Laser Triangulation? Recuperado 12 de noviembre de 2020, de <https://www.movimed.com/knowledgebase/what-is-laser-triangulation/>

O'Neill, B. (2020). SLAM 3D scanners and iMMS: a comprehensive guide. Recuperado 7 de diciembre de 2020, de <https://www.aniwaa.com/buyers-guide/3d-scanners/slam-3d-scanners-imms-mobile-mapping/>

Otto, K. N., & Wood, K. L. (1998). Product evolution: a reverse engineering and redesign methodology. Proceedings of the ASME Design Engineering Technical Conferences

and Design Theory and Methodology Conference (DETC'96), 1-15.

Piniotis, G., Soile, S., Bourexis, F., Tsakiri, M., & Ioannidis, C. (2020). Experimental assesment of 3D narrow space mapping technologies. International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences-ISPRS Archives, 43(B2), 149-156. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-B2-2020-149-2020>

Várady, T., Benkő, P., Kós, G., Renner, G., & Weiß, V. (1999). Segmentation and Surface Fitting in Reverse Engineering. (January), 167-172. https://doi.org/10.1007/978-0-387-35392-0_17

Várady, T., Martin, R. R., & Cox, J. (1997). Reverse engineering of geometric models. An introduction. CAD Computer Aided Design, 29(4), 255-268. [https://doi.org/10.1016/s0010-4485\(96\)00054-1](https://doi.org/10.1016/s0010-4485(96)00054-1)

Wang, Y., & Feng, H. Y. (2016). Effects of scanning orientation on outlier formation in 3D laser scanning of reflective surfaces. Optics and Lasers in Engineering, 81, 35-45. <https://doi.org/10.1016/j.optlaseng.2016.01.003>

Contribución de autores

Conceptualización, L.G.-M., M.D.-S. y M.E.-E; metodología, L.G.-M.; software, L.G.-M.; validación, M.D.-S. y M.E.-E; análisis formal, L.G.-M.; investigación, L.G.-M.; recursos, L.G.-M.; tratamiento de datos, L.G.-M.; redacción documento original, L.G.-M.; revisión y edición, M.D.-S. y M.E.-E; supervisión, M.D.-S. y M.E.-E. Todos los autores han leído y están de acuerdo en publicar esta versión del manuscrito

Fuente de financiación

Este trabajo no ha recibido financiación alguna.

proyector 56

An industrial design journal



Ser diseñador

André Ricard

André Ricard, reconocido pionero y embajador del diseño industrial en España, ha contribuido decisivamente al desarrollo social y empresarial de esta disciplina. Ha sido presidente de ADI-FAD (Agrupación de Diseño del Fomento de Artes y Diseño) y presidente fundador de la ADP (Asociación de Diseñadores Profesionales), además de ser un pilar en los Juegos Olímpicos del 1992. Actualmente, sigue participando en publicaciones como esta, impartiendo conferencias y desarrollando proyectos específicos vinculados al mundo del diseño.

P56

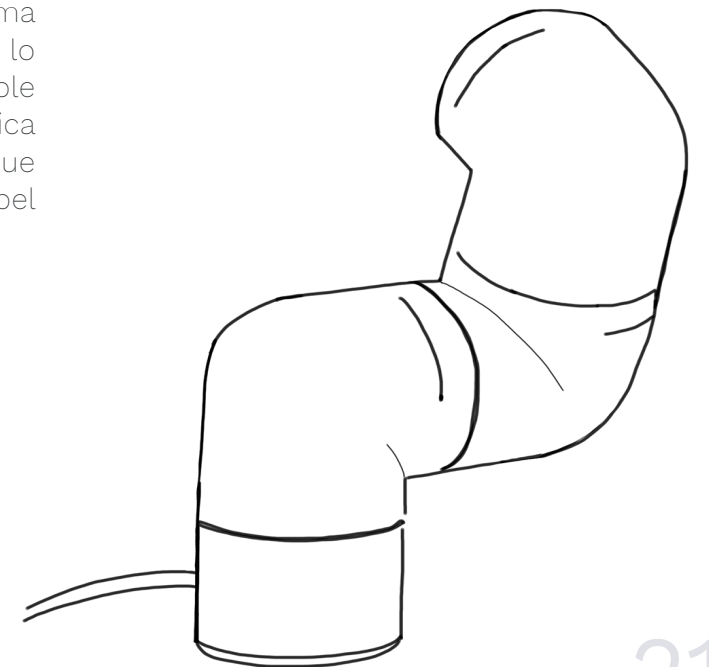
ayer

hoy

Uno de los primeros actos creativos del hombre fue deducir que aquellas piedras que le herían al pisarlas podían convertirse en un elemento cortante, muy útil en sus quehaceres cotidianos. Esa capacidad cognitiva que ha poseído siempre, y de manera intrínseca, la especie humana, le ha impulsado siempre a adoptar nuevos comportamientos e idear nuevos útiles que le permitan subsistir. Inicialmente estos instrumentos se limitaban a herramientas rudimentarias que, como las prótesis, complementaban y mejoraban la calidad de sus actividades vitales. Pero con el tiempo se dedujo que no había que esperar a hallar estos útiles por azar, sino que podían configurarse intencionadamente, modelando ciertos materiales naturales ya existentes. La creatividad nacía, por tanto, con esa finalidad esencial de permitir a la especie sobrevivir e ir mejorando sus condiciones de vida. Esta habilidad creativa, al especializarse, dio paso a la artesanía, en quien recayó la misión de ir detectando, imaginando, creando y elaborando los útiles esenciales que la colectividad iba precisando para la progresiva mejora de lo que hoy llamamos bienestar.

Por mucho que los tiempos hayan cambiado y por mucho que la creatividad se haya diversificado en múltiples especialidades, esa misión creativa, característica del artesano, es la que le corresponde hoy al diseño. Así ha de entenderse. Y con esto quiero decir, que diseñar ha de seguir siendo la actividad creativa que proporciona a la colectividad aquellos objetos útiles esenciales que precisa para mejorar su bienestar. Particularmente, aquellos objetos de poca complejidad mecánica en los que es la propia forma la que facilita la función. Objetos que quien los usa entiende el cómo y el por qué cumplen su función. Insisto en que me refiero a "objetos útiles y esenciales" lo cual define un territorio creativo muy específico, de objetos con los que mantenemos una íntima interacción, pasiva o activa. Objetos como lo pueden ser un mueble o también una simple tijera... Es a mi entender en esta específica creatividad de cosas útiles y esenciales que reside la esencia de lo que considero el papel del diseño hoy.

mañana





Research Article | Artículo de Investigación

Improving the sustainability of emergency ventilators for Covid-19 : A case study on OxyGEN-IP | Mejorando la sostenibilidad de los respiradores de emergencia para el Covid-19: un caso de estudio sobre OxyGEN-IP

Carlota Armillas-Mateos

MPhil in Engineering for Sustainable Development, University of Cambridge. Centre for Sustainable Development, Engineering

Dept, Trumpington St, Cambridge CB2 1PZ, United Kingdom; e-mail: carlotaarmillas@cantab.net;

ORCID: 0000-0002-9580-3142.

Recibido: 20 de marzo 2021 | Aceptado: 20 de mayo 2021 | Publicado: 29 de junio 2021

DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i14>

Abstract

Sustainable medical device design in the context of a health emergency is an unexplored area of research. The urgency to save lives implies that eco-design strategies may not be considered. However, some of these strategies could lead to cost and manufacturing time reduction, implying that more units could be produced, and more patients reached. This paper aims to provide feasible eco-design strategies that could be shared with the stakeholders involved in the product design and manufacturing of emergency ventilators for Covid-19. The objective is to help tackle the Covid-19 crisis in a more sustainable way, and increase the access to healthcare of people requiring assisted ventilation during the health emergency.

Adopting a Whole Systems Design perspective (Blizzard & Klotz, 2012), this research has applied the Holistic Design Framework (Aranda-Jan et al., 2016) and the Eco-design Strategy Wheel (Brezet & Hemel, 1997) to elaborate preliminary strategies aligned with the emergency design objectives. Different design for sustainability tools, approaches and principles have been used to discuss, analyse and provide a final set of recommended strategies. These can be grouped in four categories: design for assembly, extension of product lifetime, usage of materials, and lean manufacturing. Despite further efforts are needed to overcome implementation challenges identified during the definition of strategies, it is expected that the above recommendations can be put in practice in a short-term to bring benefits in terms of better environmental impact, lower costs and total manufacturing time.

Key Words: Ecodesign; Sustainability; sustainable design; covid-19; ventilator; medical device

Resumen

El diseño de dispositivos médicos sostenibles durante una emergencia sanitaria es un área inexplorada de investigación. La urgencia para salvar el mayor número de vidas suele significar que no se utiliza ninguna estrategia de ecodiseño durante el desarrollo de estos productos. Sin embargo, algunas de estas estrategias podrían conducir al ahorro de costes y tiempos de fabricación, con lo que sería posible producir más unidades y llegar a más pacientes. Este trabajo persigue aportar estrategias de ecodiseño factibles que puedan ser compartidas con aquellos involucrados en el diseño y fabricación de respiradores de emergencia para dar apoyo durante la pandemia. El objetivo es ayudar a abordar la crisis del Covid-19 de forma más sostenible, y aumentar el acceso a la atención sanitaria a aquellas personas que necesitan respiración asistida.

Desde una perspectiva de Diseño de Sistemas Completos (Blizzard and Klotz, 2012), se han aplicado herramientas de diseño holístico de dispositivos médicos y de eco-diseño estratégico para elaborar estrategias preliminares coherentes con los objetivos del diseño durante emergencias sanitarias. Después, se han utilizado otros principios y herramientas de diseño para analizarlas y ofrecer una recomendación definitiva de estrategias. Éstas se pueden agrupar en cuatro categorías: diseño para el ensamblaje, extensión de la vida del producto, uso de materiales, y fabricación lean. A pesar de algunos retos para la implementación de estas estrategias, se espera que puedan ser puestas en práctica a corto plazo para conseguir beneficios en materia de impacto ambiental, reducción de costes y tiempo total de fabricación.

Palabras clave: Ecodiseño, sostenibilidad, diseño sostenible, covid-19, respirador, dispositivo médico.

Introduction

Due to the Covid-10 pandemic, ventilators needed for treating patients with severe respiratory problems are in critical short supply in high-income countries, leading to ethically defying triage measures and a steep increase in mortality because of the lack of equipment (Cohen et al., 2020; Pearce, 2020).

Regarding manufacturers' low capacity to supply enough ventilators to cope with the pandemic, different teams around the world have worked to provide an open-source solution that can be locally manufactured and ready-to-use in a conventional high-income country hospital (Peñarredonda, 2020). This urgency to provide quick solutions to tackle the health emergency and save lives implies that Design for Environmental Sustainability (DfES) strategies may not be considered as one of the priorities for the development of these new products. This

way, high-obsolescence ventilators like VITAL by NASA (intended to last up to four months) are being delivered (Greicius, 2020). Furthermore, some ventilators may need to be discarded prematurely to ensure that medical regulations are met, or need to be discarded if only one part stops working because they cannot be easily repaired (Protofy, 2020b).

While there is no data available yet on the environmental impact of these new ventilators, exploring the challenge of how DfES could be feasibly applied in the design of Covid-19 emergency ventilators is interesting because of two key reasons.

First, DfES strategies may bring other benefits apart from a better environmental impact, such as optimizing the usage of scarce resources that are harder to get under lockdown restrictions to suppliers (Sherman, 2020), and lowering costs and total manufacturing time, implying that more units could be afforded and made,

therefore reaching more patients. More and cheaper devices available means fewer people left behind, especially senior citizens and patients in under-privileged healthcare facilities (Cohen et al., 2020; Protofy, 2020b).

Secondly, since UN Sustainable Development Goals (SDGs) give the same priority to “climate action”, “responsible consumption and production”, and “good health for all” (United Nations, 2019), trying to reach one of the goals should not go in detriment of others. Learnings from studying this challenge could provide new insights on the trade-offs that are needed to achieve these three SDGs simultaneously. In this sense, medical devices are made to improve people’s health, therefore it seems logic for them to avoid as much pollution as possible, which damages public health and the environment (Fischer & Riechers, 2019; Proust et al., 2012). And, after all, “good design must conserve resources and minimise pollution throughout the life-cycle of the product”, as stated by Rams (1976).

Therefore, this paper aims to provide feasible DfES strategies that could be shared with the stakeholders involved in the product design and manufacturing of one of these ventilators, with the objective to help tackle Covid-19 in a more sustainable way. These strategies will be provided after addressing two research questions: (1) What is the context (frame of reference and enabling networks) affecting the design and manufacturing of the selected ventilator?; (2) Which DfES strategies could be feasibly implemented to improve the environmental performance of the selected ventilator?

This research has been conducted between the 27th of March and 10th of April 2020, during a time of high uncertainty because of Covid-19 and within an environment of imperative

need for ventilators. To be able to respond to the previous research questions, it is needed to choose an emergency ventilator for Covid-19 as a case study. Due to the uncertainty during the time this research was carried out, a local Spanish ventilator has been chosen for the analysis, so that the information was easier to access, and the results easier to share.

In Spain, six main emergency ventilator designs have come up (as of 10th April 2020): Andalucía Respira, Reespirator, Leitat-1, The Open Ventilator, Acute-19, and OxyGEN by Protofy. The last, the only open-source one, is being downloaded by many volunteers throughout the country to manufacture parts, including big manufacturers like SEAT or Bosch (McCloughlin, 2020; Pérez, 2020; Vall-Llosada & Marco, 2020) and universities with manufacturing capacity. There are two versions of the design: OxyGEN-M, designed for makers; and OxyGEN-IP (Figure 1), designed for industrial production and requiring engineering skills and machinery. Only OxyGEN-IP counts with official legal support and is under testing (IDNEO Technologies, 2020; Protofy, 2020b; Spanish Agency for Drug and Medical Device & Spanish Healthcare Ministry, 2020).

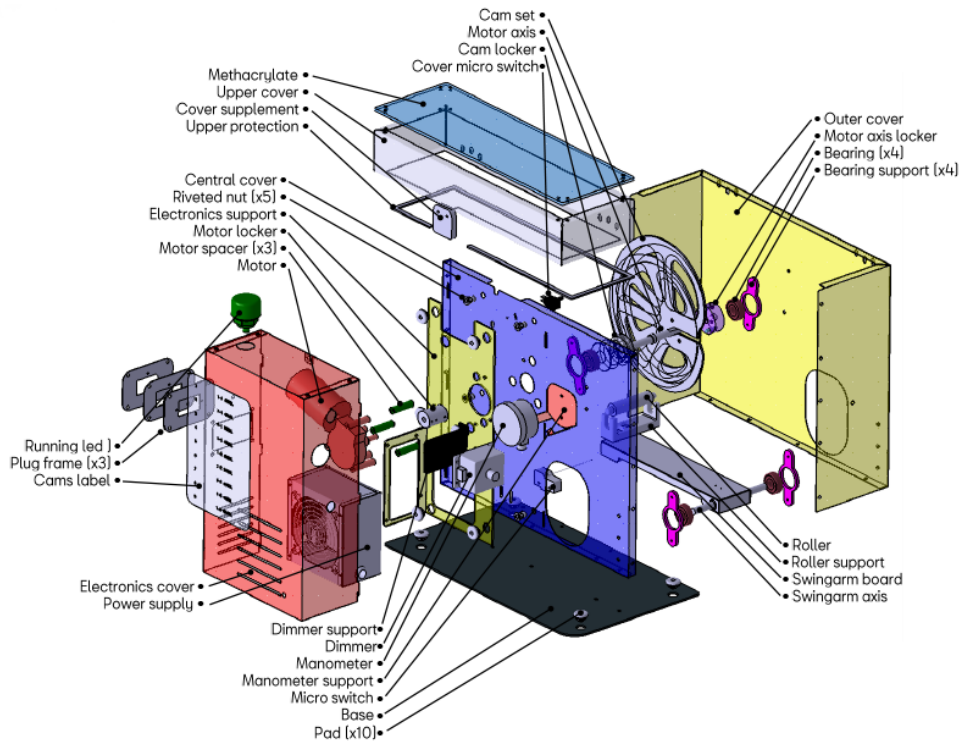


Figure 1. OxyGEN-IP most relevant elements (Protofy, 2020e).

Protofy has enabled an online platform where the different multidisciplinary stakeholders (hospitals and patients (users); researchers testing the device; manufacturers (volunteer companies and universities); supply chains (volunteers); volunteer interconnected developers; and governmental institutions providing the relevant permissions) can share information (Protofy, 2020a) with the aim of saving the highest amount of lives as possible, in the shortest period of time. This focus is based on concurrent engineering, defined as “multi-discipline teams carrying out parallel processing activities to continuously consider all constraints” (Duffy, 1998). Due to all the above reasons, OxyGEN-IP has been selected as the case study.

OxyGEN-IP provides a mechanism to automatize an AMBU (manual ventilator/resuscitator), easily found in hospitals and ambulances. The frequency of air intakes, which depend on the patient, is adjusted by basic electronics and the five levers available to customize the volume of air required. This emergency solution is meant for mass production in sheet metal and industrial scale, encouraging to use parts from other products, like small appliances (Protofy, 2020a). The product has 177 parts in total (Protofy, 2020c), categorized in Table 1. The most relevant elements are shown in Figure 2.

Table 1 . Parts of OxyGEN-IP (Protofy, 2020, 2020d, 2020c, 2020e).

Type	Sheet metal	Mechanised / 3D printed	Electronics	Assembly and other	TOTAL
Number	8 (1mm), 3 (3mm)	10	34	122	177

The product description would be incomplete without providing information that helps understand how this product is meant to be used: the context of use. “Context of use” can be defined as “all factors that influence the experience of a product use” (Visser et al., 2005), or the characterisation of “product-user interactions as a pre-cursor to developing a design solution” (Aranda-Jan et

al., 2016). A context mapping generative tool defined by Stappers (2003) has been used to summarise the information provided by Protofy about the context of use of OxyGEN-IP (Figure 2).

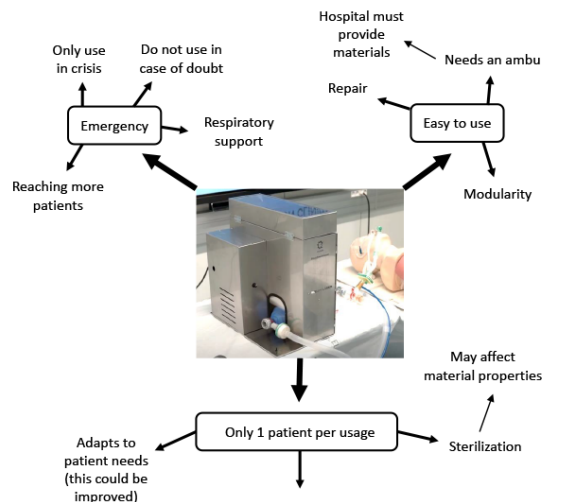


Figure 2. Oxygen-IP use context (figure by author). Information from OxyGEN-IP user guide (Protofy, 2020b).

Methodology

This case study has been examined from a Whole Systems Design (WSD) perspective. This framework created by Blizzard and Klotz (2012) shows how sustainable designs can be created by analysing the interrelations between the different systems involved with the design, problems and solutions, and is meant to be useful to address harsh challenges.

As seen in Figure 3, the WSD framework proposes three design pillars. The first pillar is focused on the design process: establishing a common vision to define goals and incentives, practice mutual learning within the multidisciplinary team, and transparently share information with everyone (Blizzard & Klotz, 2012). From the literature available, it is assumed that Protofy is already aligned with these recommendations, therefore this pillar will not be further explored.

The second pillar presents two design principles that can be especially relevant to answer the research questions. The first principle is to apply systems thinking, which

helps study and understand the context of the product to determine contextual elements that may enable or constrain the DfES strategies. The second principle is to maintain the focus on the fundamental desired outcome, which in this case would mean that the DfES strategies should help improve the access to healthcare of Covid-19 patients requiring respiratory support (Blizzard & Klotz, 2012).

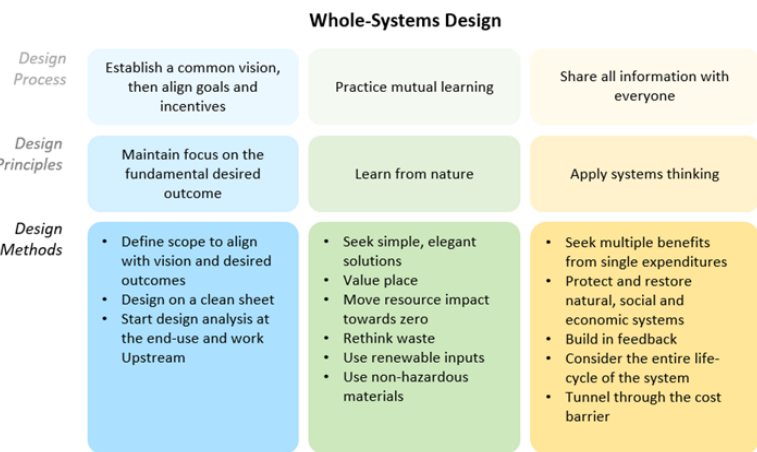


Figure 3. Whole-Systems Design framework, adapted from Blizzard & Klotz (2012).

Finally, the third pillar presents a set of eco-design methods. While all of these can add value when tackling the second research question, it has been decided to select one of these methods as a main guidance for decision-making when addressing research question 2, as applying all methods with specific frameworks might be too time consuming and the results should be obtained as fast as possible.

The selected method is “considering the entire life-cycle of the system” (Blizzard & Klotz, 2012), because: (i) It is a comprehensive method that encompasses or deeply affects others, such as: rethinking waste; seeking simple solutions; using renewable inputs; moving resource impact towards zero; using non-hazardous materials; protecting and restoring the natural, social and economic systems; or seeking multiple benefits from single expenditures; (ii) It is aligned with the definition of good design by Dieter Rams presented at the introduction section; (iii) The author is familiarised with this design method. Given that this work

aims to be useful to tackle the current health emergency, the time that is saved in learning new methods implies that the research results can be shared earlier.

Following the previous discussion, two phases of research emerge (Figure 4). First, selecting and applying a design framework to acknowledge the relations between the different contextual factors affecting the product development process of OxyGEN-IP (e.g.: material supply, workforce and machines available, legal requirements, etc.) during the Covid-19 exceptional circumstances, and find the enablers and barriers to implement DfES strategies.

The outcome of this stage will answer the first research question. Second, selecting and using an eco-design framework to identify DfES improvement opportunities throughout the entire life-cycle of OxyGEN-IP, and define design strategies that can be feasibly implemented to enhance OxyGEN-IP’s sustainability. The outcome of this stage will answer the second research question.

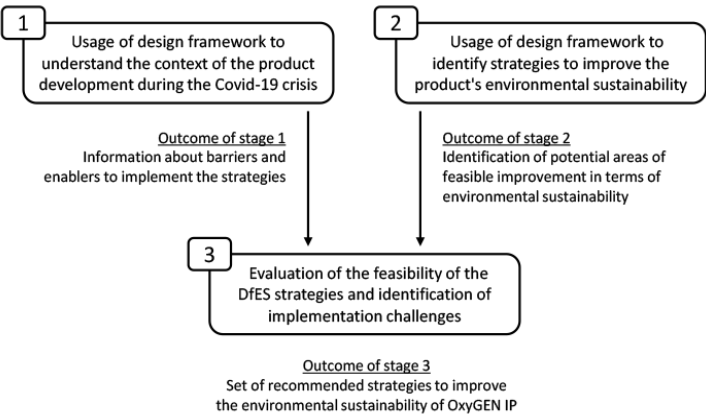


Figure 4. Stages of research (by author).

The framework selected for the first stage of the research is the Holistic Contextual Framework (HCF) for medical device design developed by (Aranda-Jan et al., 2016) (Figure 5). The HCF is focused on Limited-Resource Settings (LRS), and provides a good summary of the holistic contextual categories that should be explored for effective medical device design. Whereas the situation in Spain is different from a LRS, the imposed lockdown restrictions

and disruption of supply chains are severely limiting any product development and access to some resources. Therefore, if and only if applied within the system boundary of the Covid-19 emergency restrictions, this framework can be a good approach not to dismiss any relevant factor that can affect the OxyGEN-IP design during the health emergency.

Then, the design framework selected for the second stage of research is based on the Eco-design Strategy Wheel (ESW) framework by Brezet & Hemel (1997) (Figure 6). This visual tool helps find areas of environmental improvement in order to select eco-design strategies (Olieman, 2011b). The ESW is recommended to present and select product design strategies when a product idea is available, in the early stages of the development and early problem analysis (Olieman, 2011b). That is why it is considered to be adequate in this case.

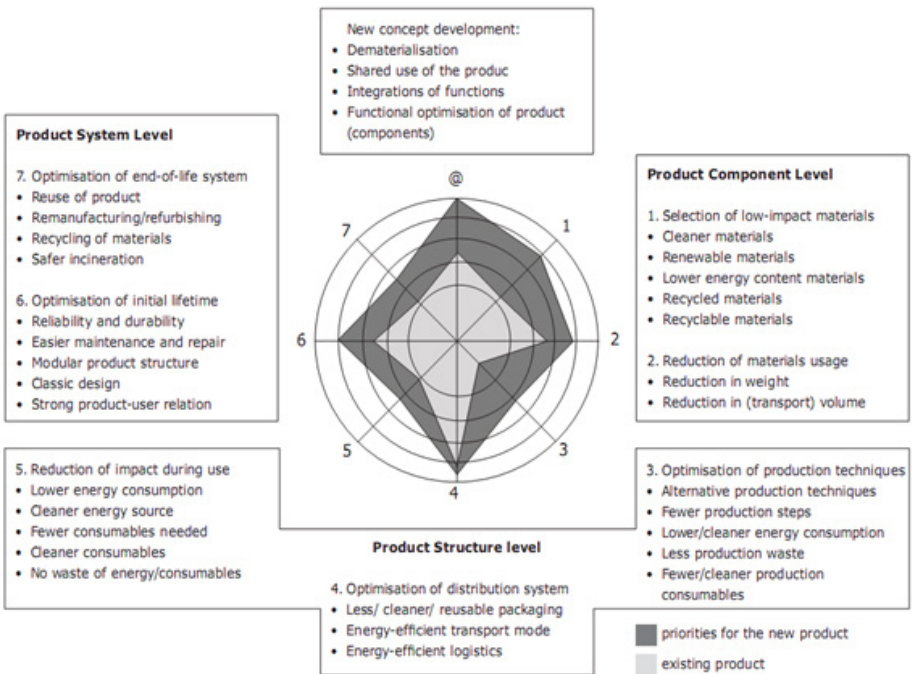


Figure 6. The Eco-design strategy wheel (Brezet & Hemel,

Normally, the starting point is the result of a MET matrix and a Eco-design checklist (Olieman, 2011b). The MET matrix is used to

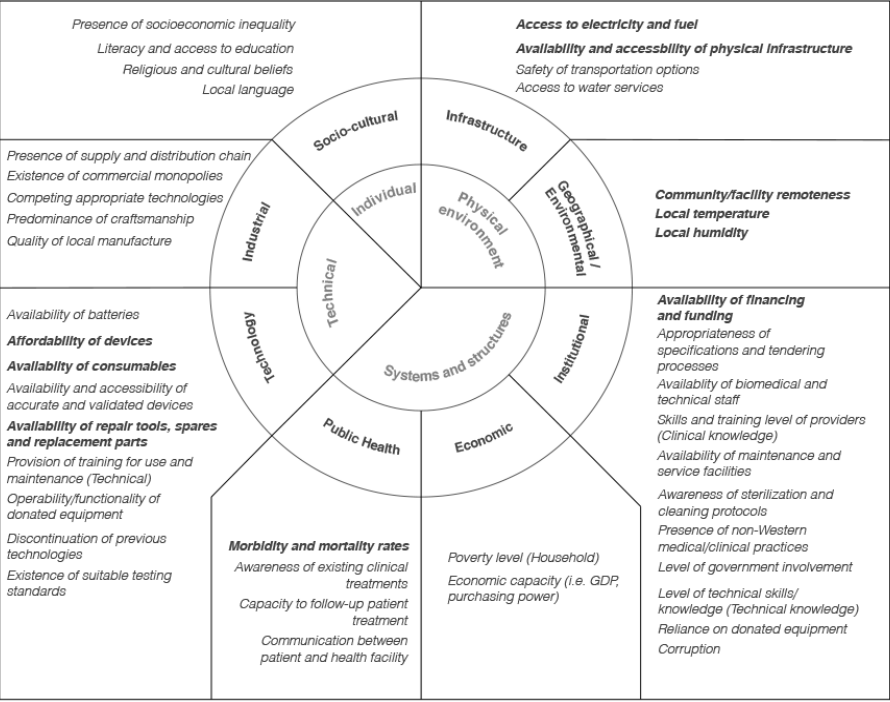


Figure 5. HCF Contextual factors (Aranda-Jan et al., 2016)

analyse the material cycle, energy use and toxic emissions during the obtainment and consumption of raw material, manufacturing, distribution, usage and end of life (Olieman, 2010). However, such analysis cannot be included in this research due to the lack of data available, recognising this is a limitation to elaborate any sustainability improvement strategy. Consequently, the MET is not going to be used. On the other hand, the Eco-design checklist provides a set of questions related to each stage of the eco-design wheel, and helps highlight environmental bottlenecks in the various stages of the product’s life-cycle (Olieman, 2011a). It has been used to characterise the current state and identify suitable areas suitable action. Additional questions have been added where considered relevant to identify further drivers or barriers.

The ESW is going to be applied according to the following procedure, based on (Olieman,

2011b) recommendations: (1) Defining OxyGEN-IP (the product definition provided in the introduction will be completed with the contextual information obtained thanks to the HCF); (2) Scoring OxyGEN-IP on each dimension of the ESW, using information from the EcoDesign Checklist; (3) Elaborating DfES strategies for each dimension in which improvement is feasible and needed (worst scores will be more carefully examined).

Finally, the feasibility of the DfES strategies for product improvement will be evaluated taking into consideration all the contextual information gathered thanks to the HCF. The outcome of this analysis will consist on a set of recommended strategies.

Results

The information about the holistic context of OxyGEN-IP, obtained as a result of applying the HCF within the system boundary of Covid-19 restrictions, is summarised in Table 2.

Table 2. HCF of OxyGEN-IP within the boundary of only relevant Covid-19 restrictions, based on Aranda-Jan, Jagtap and Moultrie (2016).

Systems and infrastructures	
Public Health	Covid-19 pandemic in Spain: Top 2 most affected countries in Europe (in terms of total confirmed cases and death toll), as of 10 th April 2020 (WHO, 2020). Overwhelmed healthcare system and workers in some regions. Some patients are not being treated due to mechanical ventilators shortage (Guerrero, 2020).
Economic	Citizens are in lockdown conditions until end of April, as of 10 th April 2020. Regional and national governments are making efforts to get more funding to purchase materials. Experts estimate an increase of 30% of public debt because of the pandemic outbreak, meaning that debt would reach approximately 130% over GDP (Faes, 2020). All non-essential workers have been asked to quarantine at home.
Institutional	Many people are becoming unemployed, or are temporary unemployed and subsidized. Governmental management has three levels: local, regional and national. There have been issues when transferring competencies from regions to the national Ministry of Health, but coordination among regions is being more fluid. Other ministries are adopting measures that should be taken by the Ministry of Health. (Garcia de Blas, 2020) Healthcare stuff is overwhelmed and requesting help. There is plenty of well-trained professionals with knowledge to both develop and use the product.
Physical-environment context	
Infrastructure	High-income country infrastructure.
Geographical-environmental	Medical devices need to be discarded under special requirements.
Individual context	
Socio-cultural	High solidarity. Many volunteers have shown interest in collaborating with the project, such as SEAT, national universities, local maker communities connected by social media, and individuals.
Technical context	
Technology	Affordability of devices, consumables, accessible devices, repair tools and replacement parts available and international standards in place. Existence of suitable testing standards. Medical devices must be certified by the Spanish Agency of Drugs and Medical Devices.
Industrial	High quality manufacturing capacity, constrained supply chains, commercial monopolies. Many companies are currently under Covid-19 legal paralysation.

The holistic contextual analysis, together with the information gathered thanks to the Eco-design checklist, has helped answer all questions in the ESW. Relative punctuations have been given to the current environmental performance in each dimension of the wheel, to visually detect improvement opportunities (Figure 7). A lower punctuation means an estimated major need of improvement. Dimension 4 has been left out of this assessment due to the lack of sufficient information to provide any assessment.

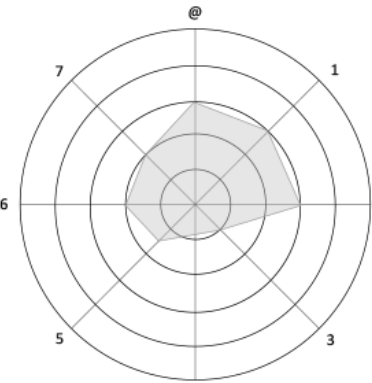


Figure 7. Assessment of the current state of OxyGEN-IP (by author), based on the Eco-design strategy wheel by Brezet and Van Hemel (1997).

After this exercise, it has been concluded that potentially feasible strategies for improving the environmental sustainability of OxyGEN-IP may be related to the following dimensions of the ESW: (a) Optimising function (dimension 0): Avoiding redundant parts, regarding that the actual design requires 177 components, and improve compatibility with hospital required devices. (b) Choosing materials with low environmental impact (dimension 1), and decreasing the amount of material used (dimension 2). Improvements in this area can be challenging because of the deceleration of the industrial network and suppliers. The usage of functional electronic components of non-operative devices that are available should be considered.; (c) Optimising production

techniques to save time and increase efficiency (dimension 3). Manufacturing processes available cannot be changed, but assembly. Lean manufacturing techniques can also be explored. (d) Evaluating if cleaner consumables can be used (dimension 5), with special regards to AMBU disposable bags; (e) Lengthen duration of product life (dimension 6), with special regards to maintenance and sterilization. (f) Optimisation of the end-of-life (dimension 7). In Spain, the disposal of medical devices must follow a strict regulation, so the challenge could be to safely encourage the re-use of the whole product (or only certain parts) and its dismantling.

Next, information from the HCF and Eco-Design checklist, together with some other different tools, approaches and principles has been used to analyse, discuss and recommend final improvement strategies for each or various dimensions (as some of the strategies mentioned are interrelated). After the discussion, a summary of implementation challenges is provided.

The ESW framework advices that only short-term eco-design strategies are included in the list of requirements for redesign (Olieman, 2011b). In this case, given the emergency situation, all actions to be made should be implemented in the short-term. This does not mean that long-term actions that may come up are dismissed; they are just unprioritized.

Reducing the number of parts

The main problem of OxyGEN-IP is its high number of components: 177. This leads to long assembly and disassembly times, that could be used to manufacture more units. Additionally, discarding so many parts is not unlikely: The developers emphasize that this emergency device should be replaced in doubt of a correct functioning, which would translate into an avoidable waste of valuable materials.

The majority of components are used for the assembly of parts (122), therefore it is clear

that this process leads to a sustainability bottleneck. This issue should be tackled with a “design for assembly” strategy, consisting on reducing the part count of a product and making the assembly process easier and faster (for both manual and automatic handling) (Kent, 2016) to save cost, time, resources and waste (Blizzard & Klotz, 2012).

Questioning the function and design of components, using tools such as function hierarchy, can be useful to address this simplification process (Morgan, 2020). For example, the cover of the mechanism box is comprised by 14 parts (see Figure 8), and it has the functionality of protecting the mechanism while closed and facilitating access to change levers or broken components if opened (thanks to its hinge). An hermetic closure is not required. After a function hierarchy analysis, it turns out that those 14 parts could be simplified to one sliding part, equally functional and easier to manufacture. It is recommended that the design team practices this exercise with other product components so analyse if further simplification could be possible.

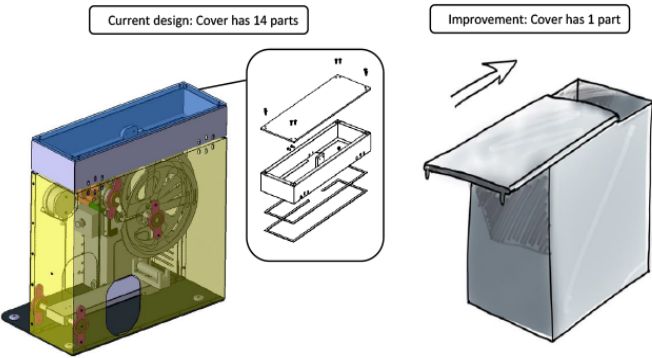


Figure 8. Original sketch of part reduction proposal (by author), based on (Protofy, 2020d, 2020c, 2020e).

The lever system functionality should also be examined, as other researchers have found simpler ways to press the AMBU bag (Peñarredonda, 2020), which translate into fewer parts and avoiding extracting the lever – any lever extracted from the inside must be sterilised, making hospitals lose time and resources in sterilization.

Finally, the most outstanding consumable required by OxyGEN-IP is the AMBU bag, which is plastic made and must be discarded after a patient has been treated (AMBU Australia, 2020). Evaluating the functionality of the AMBU, with the ultimate aim to develop a safely reusable device, might open a longer-term parallel research line that might be out of the system boundaries of this research.

3.2 Design for compatibility and adaptability
One should keep in mind that OxyGEN-IP is an emergency product that might not be further needed in Spanish hospitals after the coronavirus crisis. Therefore, there are several options surrounding its end of life: 1) medical device disposal, generating pollution in case it is considered unsafe to be recycled (as the product is under testing, this is still an unknown (IDNEO Technologies, 2020)); 2) donate to medical facilities in need (this could be another high-income or low-income country needing low-cost mechanical ventilation devices), if the device is still working, to continue saving lives.

As stated by the material management hierarchy, reducing is preferred than re-using or recycling (Blizzard & Klotz, 2012; Linton & Jayaraman, 2005), so this second option seems to be more sustainable. But there is an obstacle: OxyGEN-IP is only compatible with two different kinds of manual resuscitator AMBU, and must be connected to both the oxygen circuit in the hospital and a reliable source of electricity under European regulation, limiting its usage to healthcare facilities with that availability.

Two circular product design strategies can be useful to lengthen and optimise the product life: “Design for compatibility”, a circular product design strategy consisting on standardising products as much as possible so that they fit a wider range of other product parts (Bocken et al., 2016); and “design for adaptability”, seeking modifications that allow further usage (Morgan, 2020).

This way, OxyGEN-IP should be modified in a way so that it can be used with more types of manual resuscitators, regarding the different equipment available per hospital

(Peñarredonda, 2020), and connected to an oxygen bottle in case treatment is needed in a healthcare facility without an oxygen installation. This change may be enabled by the modularity of the design, which allows to modify the electronic and electric components, in case it is necessary to adjust the electric compatibility to a different context.

Material strategies

Main body parts are meant to be manufactured in stainless steel, nylon, methacrylate, steel or silicon (Protofy, 2020b), by metalwork skills, laser cutting and machining. Volunteering organisations have also offered their additive manufacturing machines, despite these processes and materials are not included in the OxyGEN-IP manual neither testing.

Material selection would not be a challenge under normal conditions, but it is when supply chains are paralysed, leading companies to use any material they have in stock or can get with relative ease. Then, context constraints make it difficult to freely access low-impact materials. That is why volunteers within a region or project should share an inventory of the resources they could make available in a shared cloud-based platform to help re-allocate, adapt or re-use local resources (also electronics), as advised by sustainable design principles by Blizzard and Klotz (2012) mentioned at the start of section 2. It is recommended to use, when possible, clean, low energy, recycled or recyclable materials (Olieman, 2011a) that are certified for healthcare usage; and then, apply design strategies to reduce the material weight, aiming to maximise the number of parts that could be manufactured from the limited resources available.

Another restriction is given by the function: the chosen material must bear with disinfecting methods like chemicals or UV; not to add the long list of strict requirements for ordinary medical devices (Peñarredonda, 2020) and their disposal.

3D printing can be interesting to reduce the weight of materials used and manufacture complex shapes (Plocher & Panesar, 2019). However, in this case, 3D print is recommended for disposable items instead of re-usable parts (such as mechanisms), as the porosity of the plastic may retain the virus, and thermal sterilisation may compromise the structural stability of the material (Maróti et al., 2020).

Research has shown some positive results regarding H2O2 sterilization (Oth et al., 2019), which may cause slight mass or dimensional changes and deformations, depending on the material (not significant in PLA or PCL, for instance), but not affect the usage if and only if they are anticipated by designers (Sosnowski & Morrison, 2017). However, some authors are still reticent to recommend this technology for ventilator manufacturing given the safety concerns (Aydin et al., 2021; S. Singh et al., 2020; S. N. Singh et al., 2021).

Optimising production

Whereas production is already very constrained, as volunteering companies cannot change their resources, it can be optimised by simplifying assembly (as explained in 2.2.1) and adopting a lean manufacturing approach. Lean manufacturing aims to continuously eliminate waste from the manufacturing process, understanding waste as anything undesired such as idle times or pollution. One of the lean tools is related to the overlap of production phases when possible to reduce time to market (Orji & Liu, 2020).

Henao, Sarache and Gómez (2019) show how sustainable and resilient organizations use lean techniques extensively, particularly in addition to supply chain or technology integration and agility. The fact that the OxyGEN-IP design process follows a concurrent engineering approach for its development is another enabler.

Many volunteer teams have hitherto worked independently, manufacturing

all parts they could sequentially. In other Covid-19 emergency product development, lack of coordination translated into overproduction of devices (Temple, 2020). This is why volunteering groups willing to manufacture the OxyGEN-IP ventilator should coordinate with other local groups to overlap manufacturing phases depending on each's capacity. It is expected that the sum of coordinated efforts translates into emergency ventilators delivered faster, because the parts required to manufacture a unit would be obtained earlier. Also, this approach is expected to prevent unnecessary waste due to overproduction.

Design for product durability

Despite medical device disposal is regulated, hence cannot be included into this research scope, principles to lengthen the product durability can be reviewed. In this case, durability is mainly related to product maintenance, sterilization resistance and wear (Pearce, 2020; Protofy, 2020b).

An improvement in this line could be to modify the lever system used to adjust insufflation volume and frequency, since the current one leads to maintenance problems: Two parts (the spring and the roller) are likely to suffer from wear under the current distribution, needing to be replaced several times during the product life (Protofy, 2020b). A re-distribution of components or surface treatment could avoid such problem.

When it comes to replacing failing components, research by Linton and Jayaraman (2005) shows that repair is an economically attractive option for electronic products life extension, as the case of OxyGEN-IP. This makes sense: Protofy recommends to reuse the motor and electronics, and encourages the repair of the product by providing a modular design.

Repair is linked to the circular product strategy “design for ease of maintenance and repair”. This strategy, used by mobile manufacturer Fairphone to allow users fix their own phones, is based on an effortless

inspection of potential failures and replacement of broken parts (Fairphone, 2020). Both can be enhanced by another circular product strategy called “design for dis-assembly and re-assembly” (related to the design for assembly strategy described in section 2.2.1), making it easier and faster to separate components when it comes to repair or discard the product, as well as to re-assembly the whole (Bocken et al., 2016)

Discussion

The main challenge to implement the proposed design strategies is the uncertainty reigning during the Covid-19 public health crisis. The novelty of the virus means that new findings and data are generated every day, and that policymakers might unexpectedly allow or ban some products depending on the circumstances, as it happened to the 3D printed face shields that were rejected in Madrid three days after their approval because they were uncertified (Peinado, 2020). OxyGEN-IP is also subjected to a high uncertainty, regarding that it is still under some technical testing.

The concurrent engineering approach taken by open-source concurrent engineering projects like OxyGEN-IP and other people aiming to help tackle the Covid-19 pandemic has been criticised, claiming that an overwhelming production and disperse teamwork can lead to inefficient results that are not helpful to save lives (Temple, 2020), just generating waste. Moreover, some patent-owner medical device monopolies have started legal action against some open-source groups, as it has happened in Italy (Pearce, 2020). Such issues could have been avoided if groups had carried out an holistic analysis of the context (as in this work) to identify such potential risks and try to find solutions, reaffirming the importance of the broad context analysis in section 2.1.

Some improvement strategies, such as reducing the number of parts or product durability, are more manageable to implement, as they solely depend on the development team and such work can

be done from home. However, Covid-19 lockdown constraints are a serious threat to implement a more sustainable material strategy, as it is not easy to acquire low-impact materials compliant with medical device regulation in a context of a paralysed economy, increasing debts and companies going into bankruptcy (Faes, 2020). These constraints also may impede the interchange of components, or shut down productive centres, complicating the lean optimised production network. It should also be considered that in case that suppliers, manufacturers or distributors do not get legal permission to take action, the whole project might be paused until further notice.

The design for compatibility strategy aims to create an universal product within a high market competence (this means, compatible with a multitude of varieties of the same device), so this might not be feasible in the short-term. For example, there are more than sixteen companies manufacturing their own AMBU models (Grand View Research, 2019). Therefore, it might be more fruitful to start by focusing efforts on a constrained target context.

Finally, there is another concern related to the durability of the product. Research by Pearce (2020) shows that, if not kept in a sterile environment, devices could become biologically contaminated, needing a washing or chemical bath. Healthcare workers in Spain are reporting that the sterilization of plastic emergency products reduces drastically their use life (Bañuelos, 2020), hence something similar could happen to OxyGEN-IP.

The research methodology is also subjected to some limitations. Until 10th April 2020, day when this research was completed, searches in Science Direct and Scopus with the keywords “sustainable OR sustainability” AND “design” AND (Covid-19 OR coronavirus OR Covid OR Ventilator) provided 0 relevant results for the objectives of this research. This means that, while this research was being conducted, there was no literature on this specific topic and that, consequently, it

was a novel research. Such novelty means that getting insights to inform decision-makers was harder, as there was no reference on what might go wrong or well. Also, there is not much detailed information available on the design of other emergency ventilators, so comparisons with other designs, beneficial to bring different insights and ideas, will be superficial. Moreover, the Covid-19 situation became critical in Spain only two weeks before the completion of this work, it is changing quickly, and new discoveries are made in a daily basis, some of them contradicting. For example, many open-source ventilators which were praised in March are being criticized now for being unsafe (McManus, 2020). This means that maybe, some of the strategies proposed as a result of this research may not be considered as feasible in a future.

Inevitably, the selection of frameworks and interpretation of results will be subjective to the author’s criteria, perspective and experience as design engineer. The fact that this work had to be conducted individually, even with the ultimate goal of sharing the results, may contradict the WSD principle of mutual learning. To mitigate this, it would be interesting to ask a group of designers (both internal and external to the OxyGEN-IP design) for feedback, to reduce the subjectivity, and verify or discard some of the assumptions made (such as the assumption made on Protofy effectively promoting mutual learning and internal communication).

Conclusions

This novel research has involved finding trade-offs between delivering environmental sustainability and amplifying the access to healthcare. Adopting a Whole Systems Design perspective (Blizzard & Klotz, 2012), this research has applied the Holistic Design Framework for medical device design (Aranda-Jan et al., 2016), the Eco-design Strategy Wheel (Brezet & Hemel, 1997) and some other tools and principles to recommend design and manufacturing strategies that help improve the environmental sustainability of the

emergency mechanical ventilator OxyGEN-IP developed by Protofy, with the aim to help tackle the Covid-19 public health problem in a more sustainable way.

The recommended design and manufacturing strategies can be grouped in four categories: design for assembly, lifetime of the product, usage of materials, and lean manufacturing approach.

A design for assembly approach is recommended to drastically reduce the high number of assembly parts (122 in total), which may also lead to cost and time reduction.

Then, it is recommended to extend the lifetime of the product by: (a) modifying design so it is compatible with more types of AMBUs or oxygen bottles, therefore increasing its accessibility; (b) improve the modular design with design for disassembly techniques, so that the electronics and electric components can be easily accessed and then effectively repaired and modified; (c) redistribute the components of the lever system, or apply superficial treatments, to reduce the wear suffered by these components.

With regards to material usage, it is recommended to set up a cloud-based platform where groups of near volunteers can share information about the resources they can offer, and this way help re-allocate, adapt or re-use local resources. Additionally, it is recommended to select materials that can bear with disinfecting methods (chemical or UV), and only 3D print if it is ensured that those parts can be safely disinfected without losing their functionality.

Finally, it has been recommended to adopt a lean manufacturing perspective to reduce the overall production time and unneeded waste due to over-production. This could be achieved by coordinating and planning the interrelated tasks of local volunteers.

Despite further efforts are needed to overcome implementation challenges identified during the definition of strategies, it is expected that the above recommendations can be put in practice in

a short-term to bring benefits in terms of better environmental impact, lower costs and total manufacturing time. The immediate next steps would be to share these results with the Protofy team or other volunteers manufacturing OxyGEN-IP to assess the feasibility of the strategies in the real setting and materialise them into changes in the product design. This would allow to measure and validate the environmental impact of the proposed changes. Further work lines could focus on improving the sustainability of other products designed to tackle the Covid-19 emergency.

It would be worth to further explore the problem from the social sustainability perspective. This dimension of sustainability has been left out of the scope of this research but might bring new benefits that, otherwise, would remain unexplored. One tool that could be used for such analysis is Corsini and Moultrie's Design for Social Sustainability Framework (Corsini & Moultrie, 2019). It would also be interesting to analyse this case study with other environmental sustainability tools, and then compare results.

Finally, this research has highlighted the inexistence of frameworks or guides to help design and manufacture sustainable emergency medical devices. It would be particularly interesting to explore how learnings from this case study could be applied to design sustainable medical devices for low-resource settings, where limited access to healthcare is a constant challenge not only in times of Covid-19. This future research could bring benefits to humanitarian design, and help achieve the sustainable development goal "healthcare for all" while working towards "responsible consumption and production" and "climate action".

References

AMBU Australia. (2020). Ambu—Devices that save lives & improve patient care. <https://www.ambu.com/>

Aranda-Jan, C. B., Jagtap, S., & Moultrie, J. (2016). Towards A Framework for Holistic Contextual Design for Low-Resource Settings. 10(3), 21.

Aydin, A., Demirtas, Z., Ok, M., Erkus, H., Cebi, G., Uysal, E., Gunduz, O., & Ustundag, C. B. (2021). 3D printing in the battle against COVID-19. Emergent Materials, 4(1), 363–386. <https://doi.org/10.1007/s42247-021-00164-y>

Bañuelos, J. (2020, March 30). Ayuso se ve obligada a suspender el uso de protecciones impresas en 3D por no tener el visto bueno de Sanidad. Cadena SER. https://cadenaser.com/emisora/2020/03/30/radio_madrid/1585522735_465105.html

Blizzard, J., & Klotz, L. (2012). A framework for sustainable whole systems design. Design Studies, 33, 456–479. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2012.03.001>

Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. Journal of Industrial and Production Engineering, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>

Brezet, H., & Hemel, C. van. (1997). Ecodesign: A Promising Approach to Sustainable Production and Consumption. United Nations Environment Programme, Industry and Environment, Cleaner Production.

Cohen, I. G., Crespo, A. M., & White, D. B. (2020). Potential Legal Liability for Withdrawing or Withholding Ventilators During COVID-19: Assessing the Risks and Identifying Needed Reforms. JAMA, 323(19), 1901. <https://doi.org/10.1001/jama.2020.5442>

Corsini, L., & Moultrie, J. (2019). Design for Social Sustainability: Using Digital Fabrication in the Humanitarian and Development Sector. Sustainability, 11(13), 3562. <https://doi.org/10.3390/su11133562>

Duffy, A. H. B. (Ed.). (1998). The Design Productivity Debate. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-1538-0>

Faes, I. (2020, April 4). La crisis del coronavirus disparará la deuda hasta el 130% y aboca a España a un rescate. El Economista. <https://www.eleconomista.es/economia/noticias/10462410/04/20/La-crisis-del-coronavirus-disparara-la-deuda-hasta-el-130-y-aboca-a-Espana-a-un-rescate.html>

Fairphone. (2020). Fairphone | The phone that cares for people and planet. <https://www.fairphone.com/en/>

Fischer, J., & Riechers, M. (2019). A leverage points perspective on sustainability. People and Nature, 1(1), 115–120. <https://doi.org/10.1002/pan.313>

García de Blas, E. (2020, April 5). La crisis tensiona el Estado autonómico. El País. <https://elpais.com/espana/2020-04-05/la-crisis-tensiona-el-estado-autonomico.html>

Grand View Research. (2019). Manual Resuscitators Market Size | Industry Analysis Report, 2019-2025 (Industry Analysis Report GVR-1-68038-012-5; p. 100).
Greicius, T. (2020, April 23). NASA Develops COVID-19 Prototype Ventilator in 37 Days [NASA Jet Propulsion Laboratory]. NASA. <http://www.nasa.gov/feature/jpl/nasa-develops-covid-19-prototype-ventilator-in-37-days>

Guerrero, A. (2020, April 1). Coronavirus: 'Hemos dejado de intubar a enfermos por su edad porque no hay respiradores para todos'. RTVE.es. <https://www.rtve.es/noticias/20200401/hemos-dejado-intubar-enfermos-su-edad-porque-no-hay-respiradores-para-todos/2011083.shtml>

Henao, R., Sarache, W., & Gómez, I. (2019). Lean manufacturing and sustainable performance: Trends and future challenges. Journal of Cleaner Production, 208, 99–116. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.116>

IDNEO Technologies. (2020). Compliance Laboratory—EMC Test Report accredited by ENAC according to EN ISO/IEC 17025 (No. BE2020063).

Kent, R. (2016). Chapter 8—Design quality management. In R. Kent (Ed.), Quality Management in Plastics Processing (pp. 227–262). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102082-1.50008-3>

Linton, J. D., & Jayaraman, V. (2005). A framework for identifying differences and similarities in the managerial competencies associated with different modes of product life extension. International Journal of Production Research, 43(9), 1807–1829. <https://doi.org/10.1080/13528160512331326440>

Maróti, P., Kocsis, B., Ferencz, A., Nyitrai, M., & Lőrinczy, D. (2020). Differential thermal analysis of the antibacterial effect of PLA-based materials planned for 3D printing. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 139(1), 367–374. <https://doi.org/10.1007/s10973-019-08377-4>

McLoughlin, M. (2020, March 23). Respiradores (y más) hechos en casa: Las impresoras 3D se movilizan en España. El Confidencial. https://www.elconfidencial.com/tecnologia/2020-03-23/impresion-3d-respiradores-mascarillas-biseras_2509855/

McManus, B. (2020, April 4). A Guide To Designing Low-Cost Ventilators for COVID-19. <https://www.youtube.com/watch?v=7vLPefHYWpY>

Morgan, D. (2020, January 23). ESD 560 Lecture 2: Sustainable Design Strategies. Olieman, A. (2010, December 11). MET matrix. The Industrial Design Engineering Wiki - Technical University Delft. http://wikid.io.tudelft.nl/WikID/index.php/MET_matrix

Olieman, A. (2011a, May 2). EcoDesign checklist. The Industrial Design Engineering Wiki - Technical University Delft. http://wikid.io.tudelft.nl/WikID/index.php/EcoDesign_checklist

Olieman, A. (2011b, May 2). EcoDesign strategy wheel. The Industrial Design Engineering Wiki - Technical University Delft. http://wikid.io.tudelft.nl/WikID/index.php/EcoDesign_strategy_wheel

Orji, I. J., & Liu, S. (2020). A dynamic perspective on the key drivers of innovation-led lean approaches to achieve sustainability in manufacturing supply chain. *International Journal of Production Economics*, 219, 480–496. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2018.12.002>

Oth, O., Dauchot, C., Orellana, M., & Glineur, R. (2019). How to Sterilize 3D Printed Objects for Surgical Use? An Evaluation of the Volumetric Deformation of 3D-Printed Genioplasty Guide in PLA and PETG after Sterilization by Low-Temperature Hydrogen Peroxide Gas Plasma. *The Open Dentistry Journal*, 13(1). <https://doi.org/10.2174/1874210601913010410>

Pearce, J. (2020). A review of open source ventilators for COVID-19 and future pandemics. <https://doi.org/10.12688/f1000research.22942.1>

Peinado, F. (2020, March 29). Madrid dice no a la solidaridad de los impresores 3D. *El País*. <https://elpais.com/espana/madrid/2020-03-29/madrid-dice-no-a-la-solidaridad-de-los-impresores-3d.html>

Peñarredonda, J. L. (2020, April 1). Covid-19: The race to build coronavirus ventilators. *BBC*. <https://www.bbc.com/future/article/20200401-covid-19-the-race-to-build-coronavirus-ventilators>

Pérez, E. (2020, April 5). Respiradores artificiales fabricados en España: Por qué su certificación es tan lenta cuando tantas vidas dependen de ellos. *Xataka*. <https://www.xataka.com/medicina-y-salud/respiradores-artificiales-fabricados-espana-que-su-certificacion-lenta-cuando-tantas-vidas-dependen-ellos>

Plocher, J., & Panesar, A. (2019). Review on design and structural optimisation in additive manufacturing: Towards next-generation lightweight structures. *Materials & Design*, 183, 108164. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2019.108164>

Protofy. (2020). Github shared folder of OxyGEN IP. GitHub Protofy Team / OxyGEN. <https://github.com/ProtofyTeam/OxyGEN>

Protofy. (2020a). OxyGEN project: About. New Website. <https://www.oxygen.protofy.xyz/about>

Protofy. (2020b). OxyGEN V14 Instrucciones de USO (Borrador) (OxyGENIP_V1, legal and tech docs). OxyGEN #HOPE; <https://701f4afe-64ef-424a-8bec-754f5dc1ea0a.filesusr.com/>

Protofy. (2020c). OxyGEN-IP V1.0 Exploded (OxyGENIP_V1). <https://701f4afe-64ef-424a-8bec-754f5dc1ea0a.filesusr.com/>

Protofy. (2020d). Proceso ensamblaje equipo ayuda respiración OxyGEN-IP (OxyGENIP_V1, legal and tech docs). <https://701f4afe-64ef-424a-8bec-754f5dc1ea0a.filesusr.com/>

Protofy. (2020e). Ventilator explo & views (OxyGENIP_V1). <https://701f4afe-64ef-424a-8bec-754f5dc1ea0a.filesusr.com/>

Proust, K., Newell, B., Brown, H., Capon, A., Browne, C., Burton, A., Dixon, J., Mu, L., & Zarafu, M. (2012). Human Health and Climate Change: Leverage Points for Adaptation in Urban Environments. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 9(6), 2134–2158. <https://doi.org/10.3390/ijerph9062134>

Rams, D. (1976). *Design by Vitsoe*.

Sherman, E. (2020, February 21). 94% of the Fortune 1000 are seeing coronavirus supply chain disruptions: Report. *Fortune*. <https://fortune.com/2020/02/21/fortune-1000-coronavirus-china-supply-chain-impact/>

Singh, S. N., Venkatesh, V. S. S., & Deoghare, A. B. (2021). A review on the role of 3D printing in the fight against COVID-19: Safety and challenges. *Rapid Prototyping Journal*, 27(2), 407–420. <https://doi.org/10.1108/RPJ-08-2020-0198>

Singh, S., Prakash, C., & Ramakrishna, S. (2020). Three-dimensional printing in the fight against novel virus COVID-19: Technology helping society during an infectious disease pandemic. *Technology in Society*, 62, 101305. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101305>

Sosnowski, E. P., & Morrison, J. (2017, May 23). Sterilization of medical 3D printed plastics: Is H2O2 vapour Suitable? The 40th Conference of The Canadian Medical and Biological Engineering, Winnipeg. <https://pdfs.semanticscholar.org/11a1/>

Spanish Agency for Drug and Medical Device & Spanish Healthcare Ministry. (2020). Autorización de investigaciones clínicas para ‘Estudio RES-COVID: BALÓN RESUCITADOR AUTOMATIZADO MECANIZADO COMO ALTERNATIVA A LA COMPRESIÓN MANUAL PARA LA VMI DE PACIENTES EN SITUACIÓN DE ALARMA: PROTOCOLO DE USO COMPASIVO’.

Stappers, P. J. (2003). Generative tools for context mapping: Tuning the tools. 6. Temple, J. (2020, April 1). Gracias, impresión 3D, pero no todo vale para combatir el coronavirus. *MIT Technology Review*. <https://www.technologyreview.es/s/12065/gracias-impresion-3d-pero-no-todo-vale-para-combatir-el-coronavirus>

United Nations. (2019). Sustainable Development Goals Report 2019. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf>

Vall-Llosada, C., & Marco, B. (2020). SEAT arranca la producción de respiradores de emergencia en su fábrica de Martorell. Visser, F. S., Stappers, P. J., van der Lugt, R., & Sanders, E. B.-N. (2005). Contextmapping: Experiences from practice. *CoDesign*, 1(2), 119–149. <https://doi.org/10.1080/15710880500135987>

WHO. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19) Situation Report 81 (No. 81). World Health Organisation. <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/20200410-sitrep-81-covid-19.pdf>

Fuente de financiación

This work has not received any funding.

proyecta 56
An industrial design journal



Artículo de Investigación | Research Article

Diseñadoras españolas en la Transición, 1982-1992: de la decoración a la producción vanguardista | Female Designers in Spanish Transition to Democracy, 1982-1992: from decoration to avant garde production

Josenia Hervás y Heras¹ y Silvia Blanco Agüeira²

¹ Departamento de Arquitectura, Universidad de Alcalá de Henares, Plaza San Diego, s/n 28801 Alcalá de Henares (Madrid), jhervasher@colaboradorstes, ORCID: 0000-0001-7312-7975

² Departamento de Arquitectura, CESUGA, Rúa Obradoiro, 47, 15190 A Coruña, sb blanco@usjes, ORCID: 0000-0001-9409-7269

Recibido: 20 de marzo 2021 | Aceptado: 02 de mayo 2021 | Publicado: 29 de Junio 2021
DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021i1.5>

Resumen

En España, el período histórico que conocemos como Transición (1982-1992) se caracteriza por la escasez de mujeres en el ámbito del diseño industrial, a pesar de su progresiva incorporación a los estudios reglados y al pleno ejercicio de la profesión. Esta incorporación tuvo como punto de inflexión el final de Régimen de Franco, así como los cambios políticos, sociales, legislativos y culturales derivados del camino hacia la democracia. En ese contexto surgió una nueva generación de mujeres diseñadoras que han contribuido al avance en la edición, fabricación, distribución y difusión de objetos bellos y útiles que hacen nuestra vida más confortable. Sin embargo, la historiografía se ha centrado en este período en la figura del varón como creador, con referentes tan conocidos como Cruz Novillo, cuya trayectoria ha quedado reflejada en un documental titulado “El hombre que diseñó España”. En este artículo se aportarán nombres femeninos que han realizado notables contribuciones al diseño industrial en España durante la transición democrática, con el objetivo de reclamar notoriedad para un colectivo que ha sido olvidado reiteradamente en la historiografía.

Palabras clave: Diseño Industrial, Diseño de Producto, Estética, Comunicación, Diseñadoras, Postmodernidad.

Abstract

In Spain, the historic period that we know as Transition (1982-1992) is marked by the lack of women involved in the industrial design, although their gradual inclusion in design studies and their full entry into professional practice. The key turning point for this inclusion was the end of

the Franco Regime and the political, social, legislative and cultural changes brought about by the transition to democracy. In this context, a new generation of female designers contributed to the advancement in the edition, manufacture, distribution and dissemination of beautiful and useful objects that make our lives more comfortable. However, the historiography was focused in this period on the figure of the male as creator, with such well-known references as Cruz Novillo, whose career has been reflected in a documentary entitled “The man who designed Spain.” This article will provide female names who made outstanding contributions to industrial design in Spain throughout the democratic transition. The aim is to claim for women’s space, a collective that has been repeatedly forgotten in historiography.

Keywords: Industrial Design, Product Design, Aesthetics, Communications, Female Designers, Postmodern.

De la decoración al interiorismo

El 14 de mayo de 1998 se inauguraba en el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía de Madrid la exposición que llevaba por título “Diseño industrial en España: un siglo de creación e innovación” (Figura 1). En el catálogo de dicha muestra se documentaron más de tres centenares de objetos, la mayoría realizados por varones o por empresas en las que no se concretaba la autoría. Solo se registró un diseño realizado en exclusiva por una mujer; otro, creado por dos mujeres; mientras que se describieron quince piezas creadas por colectivos, en los que había al menos una mujer formando parte del grupo. Asimismo, se ha constatado en Giralt-Miracle, Capella y Larrea (1998) que las autorías femeninas solo aparecen a partir del año 1973; que se vislumbra la presencia de tres arquitectas, Beth Galí (Barcelona, 1950), Carme Pinós (Barcelona, 1954), y Olga Tarrasó (Navarrés, 1956), en el listado, y que en general, hay una escasa variedad en la participación de las diseñadoras frente a los hombres, que en general exponen varios objetos.

La distribución en secciones de la exposición generó cinco epígrafes, que iban desde los precedentes del siglo XX hasta la internacionalización del diseño español. No aparecen referencias femeninas en los “Antecedentes y proto-

diseño: 1900-1929”, ni tampoco en las “Primeras propuestas: 1930-1959”. Con la promulgación el 24 de julio de 1963 del Decreto 2127, que regulaba, entre otros, los estudios de diseño industrial, delineación, decoración y arte publicitario, era esperable una mayor presencia de mujeres a partir de las siguientes décadas, en lo que podría considerarse un contexto más propicio. En el catálogo de la exposición, sin embargo, su presencia es poco significativa, únicamente con los nombres de Anna Bohigas y Mireia Riera. La primera, junto a Lluís Clotet y Oscar Tusquets, en la estantería *Hialina* (1973) y en la *Campaña extractora BD* (1978). La segunda, en compañía de Pep Bonet y Cristian Cirici, con la *Silla Sevilla* (1974).

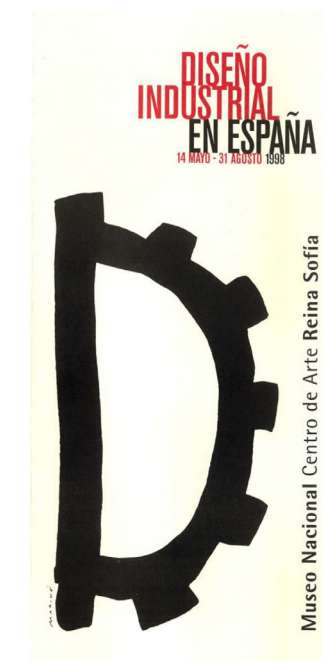


Figura 1. Cartel y portada de la exposición “Diseño Industrial en España, 14 mayo-31 agosto 1998”.

Las creadoras se incorporarían de manera más evidente al progreso científico y técnico, y a las demandas de la sociedad, en las siguientes décadas. En el capítulo “El boom del diseño español: 1980-1989” quedan registradas Gemma Bernal (*Mesa Eclipse*, 1984, con Ramón Isern), Beth Galí (*Lámpara Aalta*, 1984, con Marius Quintana), María Luisa Aguado (*Aplique Macaya*, 1986, con Josep María Julià), Carme Pinós (*Silla Sentada*, 1988, con Enric Miralles) y Olga Tarrasó (*Farola P.E.P.*, 1988, con Jordi Heinrich). En cuanto al apartado “Normalización e internacionalización: años 90”, se documentan los nombres de Montse Padrós, Jeannette Altherr, Ágatha Ruíz de la Prada y Carmen Menchón, a los que se une de nuevo Gemma Bernal. Llama la atención que un anexo final del catálogo sea territorio exclusivo para artistas masculinos; que no aparezca ningún diseño de Lola Castelló, pero sí de su pareja Vicent Martínez; o que no se mencione ninguna propuesta textil de Nani Marquina, aunque sí un objeto de su padre, el arquitecto Rafael Marquina, la aceitera antigoteo que diseñó en 1961.

La historiografía del diseño español se nutre de textos y otros documentos (Bermejo y Larraya, 2019), que siguen concentrando la creación en la figura masculina, obviando que las primeras diseñadoras españolas que alcanzaron notoriedad lo hicieron fundamentalmente en el diseño textil, gráfico y de interiores, campos alejados de ámbitos más técnicos como el diseño industrial (Ramírez, 2014). Todavía en los años sesenta, se pensaba en el interiorismo como una de las escasas salidas laborales que se les permitía a las mujeres que querían estudiar tras la enseñanza general básica y el bachillerato. No se empleaba el término interiorismo, se las denominaba decoradoras porque estudiaban decoración de interiores o de exteriores, una profesión feminizada. Decorar no es exactamente igual a crear o diseñar espacios. Según la Real

Academia Española, se define como “adornar, intentar embellecer una cosa o un sitio”. Eso es precisamente lo que se buscaba en ellas, el concepto de adorno o belleza, lo que en aquella época se entendía como el toque femenino.

En Alemania —con la Bauhaus como referente y posteriormente la escuela de Ulm— las mujeres habían sido formadas desde los años veinte para diseñar textiles, lámparas, mobiliario, menaje y utensilios de cocina, publicidad o diseño gráfico. En España, durante la primera mitad del siglo XX, el tema de mobiliario e iluminación quedaba prácticamente en manos de arquitectos y el escaso diseño industrial se centraba en motocicletas, fusiles de asalto, grapadoras, futbolines o neveras. En la década de los sesenta, y hasta mediados los setenta, con el desarrollismo español, la creación se abrió a otros campos; pero partiendo de la máxima de que el diseño es la expresión de la cultura, la sociedad y la industria de un país, dicha apertura se produjo inevitablemente de nuevo para los varones. En 1960 surgía en Barcelona la Asociación de Diseño Industrial, ADI-FAD, cuyo principal motor desde su creación han sido los Premios Delta, una plataforma de reconocimiento público, tanto a la labor de los diseñadores industriales como de las empresas productoras. Desde su primera edición en 1961, ha habido un desequilibrio de género entre los galardonados, destacando en las primeras ediciones apenas los nombres de María Rosa Ventós (1961) y Mireia Riera (1975).

Por todo lo anterior, las primeras diseñadoras españolas hubieron de esforzarse en un país donde legalmente no se les reconocían sus derechos como ciudadanas libres e independientes de sus padres, hermanos o maridos. No sería hasta la primavera de 1979, al constituirse la primera Cámara democrática del

Congreso de los Diputados, cuando España y el diseño español comenzaron a despegar. Tampoco olvidemos que en aquel momento histórico, solo hubo padres de la Constitución, aunque veintisiete mujeres frente a un total de setecientos senadores y diputados, defendieron los derechos civiles de las mujeres y de los hombres del país que representaban. A partir de los años ochenta, la cultura, la sociedad y la industria tenían otros objetivos y ellas los supieron entender y aprovechar. La aparentemente irrelevante decisión de modificar su catalogación, pasando de decoradoras a interioristas, facilitó su conversión en diseñadoras, productoras, empresarias y divulgadoras de vanguardia.

Los ejemplos de Lola Castelló (1947) y Nina Masó (1956) sirven como referencia de esta metamorfosis producida durante los años de la transición española. Ambas estudiaron inicialmente una profesión denominada decoración, aunque ellas siempre se sintieron interioristas y diseñadoras. Sus carreras profesionales y empresariales nos muestran el tránsito por distintas facetas dentro del campo del diseño. Desde la relevancia de la divulgación a la dificultad de la producción en serie.

Lola Castelló: el diseño colectivo y la profesionalidad de una empresaria

Lola Castelló (Aiello de Malferit, Valencia, 1947), comenzó estudiando lo que entonces se denominaba decoración de interiores en el Centro de Estudios Barreira, graduándose en 1970 en la Escuela de Artes Aplicadas y Oficios Artísticos de Valencia. Recuerda sus tiempos de estudiante —comprendidos entre finales de los sesenta y principios de los setenta—, como un ámbito mayoritariamente femenino, aunque ese aspecto no se traduciría en una mayor

incorporación de la mujer al ejercicio profesional:

Entonces no se llamaban estudios de diseño ni interiorismo. En la Escuela de Artes Aplicadas teníamos como especialidades delineación, decoración o diseño publicitario. Allí fue donde conocí a Vicent Martínez. Yo estaba en la especialidad de decoración y él en publicidad. En decoración, que ahora sería interiorismo, había mucha mujer estudiando, pero luego se quedaban por el camino, su presencia no se reflejaba en el ámbito profesional, tenía mucho que ver la sociedad de entonces. (Castelló, entrevista personal, 2021).

Durante su infancia, los primeros muebles que llamaron la atención de Lola Castelló fueron las sillas, los sillones y las mecedoras de la firma *Thonet*, que había en casa de sus abuelos. Jugaba más a acondicionar los espacios para las muñecas que a jugar con ellas, fabricaba casas o muebles de barro en el patio, tomaba los juegos de arquitectura y construcción de sus hermanos e incluso se atrevía a cambiar los muebles de sitio en la casa familiar. Cuando ya se introdujo en el diseño industrial sus referentes femeninos fueron Ray Eames y Sonia Delaunay (Castelló, entrevista personal, 2021).

Castelló fue una pionera en propuestas experimentales desde el trabajo colectivo. En este sentido, su labor se enmarcaba en lo sucedido durante los últimos años del franquismo en la Comunidad Valenciana, cuando la creación industrial adoptó forma comunitaria. En 1973 nació *NUC*, formado por Daniel Nebot, Vicent Martínez y la mencionada Lola Castelló, siendo Luis Adelantado un representante del grupo, contactando con los fabricantes y participando en las decisiones que tomaban sobre los diseños (Figura 2). A partir de 1984 emerge el grupo *Triseño*,

formado por Gemma Furió, Anna Gutiérrez y Gabriel Folqués. Ese mismo año se creaba el colectivo *La Nave*, activo desde 1984 hasta 1991, y que aglutinaba el más vanguardista diseño industrial y gráfico, marcando el inicio del diseño valenciano y constituyendo el germen de la Asociación de Diseñadores de la Comunidad Valenciana. Entre sus filas, hubo una relevante cuota femenina, con la presencia de Marisa Gallén, una de las fundadoras de *La Nave*, Sandra Figuerola o Anna Gutiérrez, que también formaron parte de este grupo de profesionales de distintas disciplinas, interesados en abarcar todos los campos, desde la arquitectura al diseño gráfico o industrial. A través de este trabajo colaborativo, estas mujeres pudieron introducirse en un mundo profesional y dotar de una dedicación más estable y rigurosa su labor de diseño industrial:

La Nave se convirtió en símbolo de modernidad. Fuimos un *coworking 'avant la lettre'*. Nos unimos para tener un espacio y posibilidades mayores de las que hubiéramos tenido trabajando individualmente. Para determinados proyectos hacíamos equipos, pero fundamentalmente compartíamos un espacio y una filosofía. Éramos un grupo variopinto y todos aprendimos mucho. (Zafra, 2019).



Figura 2. Grupo NUC. Lola Castelló, Vicent Martínez y Daniel Nebot. Barcelona, ca. 1974. Luis Adelantado, que también aparece en la foto grupal, realizaba funciones de representante, contactando con los fabricantes y participando en las decisiones que el grupo tomaba sobre los diseños. Fotografía cedida por el Arxiu Valencià del Disseny.

En la década de los años noventa, estas agrupaciones recondujeron su carácter experimental hacia la productividad, el factor competitivo y la profesionalización del diseño, lo que provocó la desaparición de muchas de ellas y la transformación de otras. Lola Castelló, que en su etapa del grupo NUC había creado una serie de muebles juveniles denominada *Trilátera* (Figura 3), siguió apostando por el carácter colaborativo en el diseño de producto:

En el diseño de producto se empieza por decidir, teniendo en cuenta el departamento de ventas, el producto a realizar. A partir de ahí, se trabaja con la idea en la dirección de producto, después, se lleva a cabo con el departamento de prototipos y a partir de estos tres departamentos, se crea el producto final. Esta forma de trabajar, para mí, ha sido muy gratificante. Siempre se aprende de los demás. (Castelló, entrevista personal, 2021).

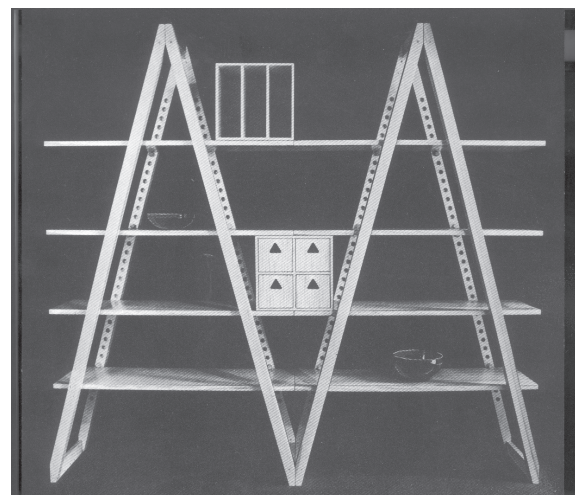


Figura 3. Lola Castelló. Colección de mueble juvenil *Trilátera*, 1974. Arxiu Valencià del Disseny.

Tras la disolución del grupo NUC, Lola Castelló fundó con Vicent Martínez y un tercer socio comercial la empresa *Pam i Mig*, donde ejecutaban mobiliario realizado fundamentalmente en madera de pino. Tras una crisis económica que propició la marcha de su socio, Castelló y

Martínez compraron parte de la empresa, lo que supondría el nacimiento en 1980 de *Punt Mobles* (Figura 4). Así pues, los ritmos acelerados de la industria obligaron a esta creadora valenciana a ejercer de diseñadora, interiorista y empresaria al mismo tiempo, lo que le supuso todo un reto:

En Punt Mobles trabajé en el diseño de producto, como interiorista en proyecto de instalaciones o creando stands para las ferias a las que asistíamos, y como empresaria, en la relación con los clientes y en el equipo de ventas. Íbamos a muchas ferias en un vuelo charter lleno de hombres, éramos muy pocas mujeres, a veces solo yo y una señora que comercializaba muebles de época. (Castelló, entrevista personal, 2021).



Figura 4. Equipo directivo de la empresa *Punt Mobles*. Fotografía de Concha Pradas.

Entre las creaciones más destacadas de Castelló podemos mencionar la mesa *Papallona* (1991) o la silla *Brava* (1992). La primera permite, mediante la articulación del tablero (Figura 5), incorporar una notable carga metafórica: al abrirse y cerrarse lo hace de la misma manera en la que se pliegan las alas de una mariposa (Rambla, 50). La segunda (Figura 6), queda definida por sus bordes redondeados y suaves. El proceso de trabajo era siempre el mismo, una vez trazados los bocetos, el alzado y el perfil, continuaba con los detalles, controlando desde el tapizado hasta el color. El resultado es la representación de ideas esenciales, ejecutadas con materiales nobles como la madera, y que no han dejado de ser

percibidas como refinadas y sutiles tras el paso de los años. Su formación como interiorista le aportó la parte práctica y estética del diseño, el control de la función y de la forma, aunque no le proporcionó los rudimentos sobre la fabricación en serie, esto tuvo que ir aprendiéndolo ya inmersa en el mundo profesional. No obstante, ha sabido aunar el genio creativo con propuestas comerciales, de líneas cálidas y hasta sinuosas (Figura 7).



Figura 5. Lola Castelló y Vicent Martínez. Mesa *Papallona*, 1991. Foto Globus, 1999. Arxiu Valencià del Disseny. | Figura 6. Lola Castelló. Dibujo *Silla Brava*, 1992. Arxiu Valencià del Disseny. | Figura 7. Lola Castelló. Sillón *Ritmo*, 1989. Arxiu Valencià del Disseny.

Inmersas en la eclosión industrial de los años noventa, otras diseñadoras han ocupado un lugar fundamental en el diseño de producto en tierras valencianas. Es el caso de Mariví Calvo, nacida en 1960, que tras estudiar Historia del Arte y Bellas Artes, se puso en 1995 al frente —junto con Sandro Tothill— de la empresa Lámparas Luzifer, dedicada a la fabricación de estas piezas de mobiliario a base de láminas de madera. Con todo, el plantel más extenso lo poseía Cataluña, pues el diseño va ligado habitualmente al desarrollo de la industria. De hecho, piezas de las catalanas Nani Marquina, Gemma Bernal, Nancy Robins, Margot Viarnès y Ana Mir; de las madrileñas Marre Moerel y Eva Prego; y de las valencianas Mariví Calvo y Lola Castelló, fueron reunidas para la exposición colectiva ¡Mujeres al Proyecto!, organizada en 2007 por AECID, la Agencia Española de Cooperación Internacional

para el Desarrollo, y comisariada por Marcelo Leslabay, el cual afirmaba tras ser entrevistado por el diario digital *Canarias ahora* (2007):

Ahora las cosas están cambiando y en diversos sectores industriales como el de automoción, electrodomésticos y telefonía los departamentos de marketing han detectado que con el aumento del poder adquisitivo de la mujer, también han cambiado las tendencias de consumo, ya que a la hora de comprar un producto las mujeres son más exigentes que los varones. Este fenómeno ha generado que muchas empresas europeas hayan incorporado más diseñadoras para desarrollar sus futuros proyectos, ya que si estos cumplen los requisitos valorados por las mujeres, lo harán también para los hombres.

Al ser preguntada por si se había sentido alguna vez relegada por el hecho de ser mujer en su trabajo profesional, Lola Castelló contestó que casi nunca se sintió discriminada: “Solo algunos pequeños despistes” (Castelló, entrevista personal, 2021). Al ser interrogada por el momento en que Punt Mobles recibió el Premio Nacional de Diseño en 1997, esta lo recordaba vívidamente: “El galardón nos lo entregaron los Reyes en el Palacio de la Música de Barcelona y subí al estrado con mi socio Vicent Martínez. Él fue quien recogió el premio” (Castelló, entrevista personal, 2021).

Al año siguiente, en 1998, el catálogo de la exposición “Diseño Industrial en España” definía a *Punt Mobles* como una “empresa creada en Valencia en 1980 por los diseñadores Vicent* Martínez y Lola Castelló”, aclarando posteriormente el asterisco sobre el nombre de su socio al final de párrafo, en el que se especificaba que él fue el receptor del Premio Nacional de Diseño en 1997 (Giralt-Miracle et al, p. 420). En el documental *Función y*

Forma, realizado por Televisión Española, y centrado en la temática del diseño español (Román, 2016), se entrevistaba a numerosos diseñadores, entre los que se encontraba Martínez, subtitulando: “Vicent Martínez (*Punt Mobles*). Premio Nacional de Diseño 1997”. No constaba ninguna referencia a Lola Castelló.

Lola Castelló (Figura 8), que ha compaginado las labores de diseñadora con las de directora comercial en Punt Mobles, también ha estado vinculada a la docencia, lo que le ha permitido aproximarse al proceso de cambio sufrido en las últimas décadas en el panorama del diseño industrial:

En Valencia teníamos varias escuelas, estaban la Escuela Barreira, la de Peris Torres y la EASD. En la Escuela de Arquitectura también había muy pocas mujeres, antes de que existiera la de Valencia, se iban a Madrid o Barcelona. Conocí profesionalmente a las arquitectas Fátima de Ramón, Gema Martí o Cristina Grau, también a las historiadoras de la arquitectura Pilar Inchausti y Trini Simó. [...] Todo esto cambió mucho en los años noventa. Yo impartí clases de Diseño en la Universidad CEU San Pablo desde 1990 hasta 1997. Al ser estudios más técnicos, el número de alumnos y alumnas era más parecido. Aquí ya se notó que las chicas permanecían más en la profesión (Castelló, entrevista personal, 2021).



Figura 8. Imagen de Lola Castelló, con algunas maquetas de sus diseños. Arxiu Valencià del Disseny.

Nina Masó: la edición, el diseño y la producción

Nina Masó (Barcelona, 1956) afirma con contundencia que nunca tuvo un vínculo familiar con el diseño: “Me gustaba dibujar, tenía obsesión con los interiores desde pequeña. Al terminar mis estudios reglamentarios opté por secretariado, algo muy de la época” (Masó, entrevista personal, 2021). Ciertamente, en los años sesenta y setenta del pasado siglo, había unas profesiones admitidas como adecuadas para la mujer: secretaria, enfermera, maestra o decoradora. Desde los años veinte, las cualidades físicas de la mujer seguían siendo un argumento recurrente a la hora de tabular sus acciones, considerándose el interiorismo y la decoración como una salida de marcado carácter femenino (Cabello, 1921). De hecho, se crearon escuelas segregadas por sexos, como Elisava, fundada en Barcelona en 1961, que comenzó impartiendo estudios relacionados con los jardines de infancia, antes de convertirse en la primera escuela de diseño de España (Pacheco, 2016).

Nina comenzó sus estudios de decoración en 1974, y tras finalizarlos, se asoció con otras dos compañeras, trabajo que compaginaba con labores de escaparatismo, publicidad o montaje de stands para ferias, donde fue plenamente consciente de que se movía en un mundo de hombres. En 1981 conoció a Gabriel Ordeig Cole, de origen y formación anglosajona, que realizaba lámparas por encargo. Arquitectos e interioristas le solicitaban diseños singulares para locales de ocio que él solventaba a base de jugar con la pantalla como un lienzo con colores, aportando un toque cálido, confortable y diferenciador. Se convirtieron así en pareja, tanto en lo personal como en lo profesional, colaborando en proyectos de decoración e interiorismo en bares y salas

tan conocidas como Cibeles, Boliche o Café del Sol. Muchas de estas lámparas han acabado convirtiéndose en iconos de diseño, infinitamente copiadas, tal fue el caso de la GT4, diseñada inicialmente en 1983 para el bar Sísísi (Figura 9).



Figura 9. Nina Masó y Gabriel Ordeig. Lámpara GT4, diseñada en 1983 para el bar Sísísi, en Barcelona.

Así fue como nos enamoramos, siendo pareja personal y profesional. Dejo mi etapa de socias y amigas y paso a colaborar con Gabriel haciendo interiorismo. La lámpara Bella Durmiente, diseñada por Gabriel tuvo mucho éxito. Escondíamos el fluorescente y la pantalla era la protagonista, siete artistas colaboraban serigrafiando distintos estampados. He visto en sitios donde a mí también me atribuyen la autoría, pero la verdad es que yo solo le asesoraba en el tema cromático, la elección de los colores. (Masó, entrevista personal, 2021).

En 1984, Nina Masó abrió a su vez una tienda propia de decoración en una casita de Cardedeu (Barcelona), el pueblo donde vivían sus padres y pasaba los veranos. Gracias a la tienda, llamada Paspoc, en

¹ Bachelor of Arts en el East Ham College y en la Cardiff Arts School, ambos en el Reino Unido.

la que también colaboraba su madre, comenzó a manejar los canales de venta y distribución de productos, surgiendo la posibilidad de asociarse para fundar una empresa de mayores dimensiones. Nació así en 1985 Santa & Cole (Figura 10):

Mi hermana se había casado con Javier Nieto Santa, que era empresario y venía del mundo editorial, él habla con Gabriel y conmigo para unirnos y empezamos a pensar nombres Barajamos Manufacturas Barcelona, entre otras posibilidades. Entonces Javier vio que los apellidos de sus madres eran Santa y Cole, uno en castellano y otro en inglés. Sonaba muy bien, el español e inglés es lo que buscábamos, eran singulares, sonoros e internacionales. Mi segundo apellido, Agustina, no era tan sonoro y singular. Nos gustó a todos y yo siempre fui y soy el “and” que unía al grupo².



Figura 10. Nina Masó, Gabriel Ordeig y Javier Nieto en 1987. Primera sede de Santa & Cole en la calle Santísima Trinidad del Monte, Barcelona.

Si antes de la creación de Santa & Cole, Nina Masó era la encargada de realizar tareas de interiorista, pues dominaba el dibujo y la representación, sus funciones no variaron mucho después, donde Gabriel Ordeig seguía aportando una perspectiva artística (Figura 11):

Javier Nieto Santa escribía los textos, era el literato; Gabriel Ordeig era el artista, y yo, como interiorista, tenía una visión distinta del diseño industrial, veo el contexto. La imagen soy yo. Gabriel murió en 1994 y continuamos al frente Javier y yo, aunque alrededor de 2005 abandoné Santa & Cole durante dos años por pequeñas discusiones, pero me echaban de menos y volví. En estos momentos soy editora. Tengo a mi cargo a gente joven muy válida; ya hay muchas chicas y chicos de entre veinte y treinta años trabajando con nosotros. (Masó, entrevista personal, 2021).



Figura 11. Nina Masó y Gabriel Ordeig trabajando en los primeros prototipos de Santa & Cole, 1987 (Folch y Serra, 2004, p. 62).

Respecto a los socios fundadores, Masó cree que el acierto radicó en que cada uno tenía un papel muy definido. Su éxito les permitió colaborar y trabajar con reconocidos profesionales y destacar en un ámbito, el del diseño industrial, en el que no era sencillo encontrar mujeres. Con todo, algunos nombres surgen inmediatamente, sobre todo en el contexto catalán, donde Gemma Bernal comenzó su actividad en los años sesenta, colaborando con numerosas empresas fabricantes. Ganadora de un Delta de Oro ADI-FAD en 1969, trabajó hasta 1988 con el también diseñador industrial Ramón Isern. Por su faceta de empresaria, destaca Nani Maquina, que en 1987 lanzó su marca de diseño, creación y distribución de alfombras. Por otra parte, Mariona Raventós constituyó junto a Jordi Miralbell una pareja de

artesanos del diseño, interesados en el tratamiento de los materiales, la textura y el color. Desde finales de los años sesenta, han creado un catálogo de mobiliario y de iluminación doméstica de carácter artesanal. Formados ambos en la Escuela Elisava de Barcelona, colaboraron activamente durante más de quince años con Santa & Cole como autores, editores y socios.

Surgen, entre las primeras diseñadoras activas, figuras extranjeras, como la de Nancy Robbins, interiorista estadounidense, nacida en Michigan, que en 1984 abrió en Barcelona una tienda de mobiliario con su nombre y comenzó a ejercer como diseñadora. La alemana Jeannette Altherr se estableció en 1989 en la capital condal para completar su formación, tras haber estudiado diseño en Darmstadt, fundando en 1991 el estudio *Altherr Lievore Molina*.

Son reconocidas también por sus diseños de mobiliario y de producto las arquitectas Beth Galí (Barcelona, 1950) y Carme Pinós (Barcelona, 1954), ambas tituladas por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. La primera en 1991, tras haber cursado estudios de diseño industrial en la Escuela Eina; la segunda, en 1979, trabajando primero en colaboración con su socio y marido, Enric Miralles, y a partir de 1991 en solitario, bajo el nombre *Estudio Carme Pinós*³.

También es necesario destacar a Mireia Riera, la cual formó parte de forma pionera de la escena de vanguardia barcelonesa, aportando productos que resolviesen problemas funcionales. Junto a Anna Bohigas —interiorista y diseñadora de producto—, Oriol Bohigas, Miguel Milá, Oscar Tusquets y Lluís Clotet, entre otros, Riera ayudó a consolidar

un grupo que desarrolló mobiliario y accesorios innovadores. El proyecto, que se renombró en los años setenta como *Bocaccio Diseño* (BD), se trazó como objetivo la producción y divulgación del diseño contemporáneo. Las influencias estéticas de este grupo provenían fundamentalmente de arquitectos milaneses, pero también de los grandes pioneros europeos, convirtiendo las atrevidas soluciones y las reediciones de piezas icónicas en imagen identificativa de la causa. Cuando se desplegó la distribución de los productos más allá de Cataluña, el espacio de venta en Madrid de esta editorial de muebles tuvo al frente tres mujeres: inicialmente Belén Feduchi e Isabel Lantero, y posteriormente a Luz Sánchez Muro. De esta forma, la empresa BD Madrid abrió sus puertas en 1977, en pleno barrio de Salamanca, inaugurando así una etapa de fuerte labor didáctica alrededor del mueble de vanguardia comandada por mujeres⁴.

Nina Masó ha apostado siempre por objetos sugerentes, que provoquen emoción en el espectador. Le atraen los materiales nobles, el proceso artesanal, el cuidado de los acabados y el color. Se trata de emocionar con la sobriedad y la atención al detalle. Su objetivo consiste en generar deseo, no tendencias, sin dar especial protagonismo al creador, sea hombre o mujer: “Nunca crearía un objeto que no quisiese tener en casa”. Empresaria pionera en la implantación de luminarias LED (*light-emitting diode*), las propuestas de Santa & Cole están viviendo una segunda oportunidad, tras su puesta a punto. Masó es la responsable de la elección del color nude para una reedición de la lámpara Maija, ideada originalmente en 1955 por el finlandés Ilmari Tapiovaara. Y sigue persiguiendo la calidez en todo tipo de iluminación:

³ En 2012, crea la firma de mobiliario *Objects by Carme Pinós*, una colección de productos versátiles y de fácil montaje.

⁴ Isabel (Peque) Lantero, casada con el arquitecto José Antonio Corrales, estuvo al frente de bd Madrid junto con Belén Feduchi desde el inicio, según entrevista efectuada por las autoras a Belén Feduchi el 21 de febrero de 2020. Como socios, aparecían unos jóvenes Javier Feduchi, Rafael Moneo, José Antonio Corrales, Elías Torres y Elías Querejeta.

² Al ser preguntada por la equiparación de salarios en esta empresa de nueva creación, Masó contesta que los sueldos de los tres no eran equitativos, “yo cobraba menos ya que ellos ponían dinero inicialmente y yo no”. Entrevista personal de las autoras el 27 de febrero de 2021.

Ahora estoy muy contenta con una edición de velas de Marre Moerel, una diseñadora holandesa afincada en Madrid. Una ciudad que ahora casi diría que está por encima de Barcelona en cuestión de diseño. Mi esperanza está en la generación de los treinta, conecto muy bien con todos ellos. (Masó, entrevista personal, 2021).

Nina Masó es imagen y por ende es iluminación. Su trabajo resulta de la fascinación por las propiedades mágicas y místicas de la luz, en sintonía con las investigaciones del diseñador alemán Ingo Maurer, a quien admiraba profundamente: “De él recuerdo su creatividad, su genialidad y lo maravillosa persona que era. Fue un poeta de la luz, un visionario. El primero en avanzar con nuevas tecnologías”. (Masó, entrevista personal, 2021).

Conclusiones

Las trayectorias profesionales de Lola Castelló y Nina Masó funcionaron como motor creativo a la hora de superar retos y sentar las bases de la creación femenina en el ámbito del diseño industrial en España. No han sido las únicas que han explorado en pareja técnicas novedosas en busca de piezas innovadoras y funcionales. Su capacidad de trabajo colaborativo queda demostrada con creces, en un momento de efervescencia cultural y de ganas por afrontar una nueva etapa democrática. Para esta generación de creadoras, que se titularon en los años setenta, la carencia de modelos cercanos, convirtió a las extranjeras en el espejo en que mirarse. Tampoco existió nunca una Werkbund española, una organización a nivel nacional que aunase a profesionales del mundo del diseño, el arte, la arquitectura y la ingeniería, para que cooperasen con las industrias del país. No es extraño por tanto que Lola Castelló —una de las pioneras en el

diseño de mobiliario en España—, citara a Sonia Delaunay, junto a Ray Eames, como sus referentes.

El trabajo de las diseñadoras españolas, que no obtuvo la repercusión debida, al verse inicialmente vinculadas al concepto de decoración, cobró entre 1982 y 1992 un nuevo interés. Por otro lado, el diseño de vanguardia tuvo, en sus tareas de difusión, comercialización, gestión operativa e imagen un marcado carácter femenino. No es por tanto aventurado afirmar que los años ochenta marcaron una nueva etapa tanto para las diseñadoras como para las arquitectas en nuestro país. Podían participar en proyectos con sus compañeros de profesión y se les abrían nuevas vías de trabajo, solas o acompañadas. Apelando a su preferencia por la seducción o el deseo como objetivos prioritarios, abrían una nueva dimensión a los proyectos, al conjugar el genio creativo con soluciones comerciales. Su trabajo en el ámbito del mobiliario, iluminación, accesorios y textiles debe convertirlas en un referente para futuras generaciones. A diferencia de lo pregonado por el documental “El hombre que diseñó España”, centrado en la trayectoria de conocido diseñador y escultor Cruz Novillo (Bermejo y Larraya, 2019), las mujeres también ayudaron a darle forma a lo que sucedía en el país en un momento muy concreto de su historia.

Referencias

Anónimo. (2009). El diseño es función y forma. Lola Castelló. Di* (10), 6-14.

Anónimo (31 de julio de 2007). La Regenta prolonga la exhibición de “Mujeres al Proyecto” hasta el 19 de agosto. Canarias ahora. Recuperado de: https://www.eldiario.es/canariasahora/cultura/regenta-prolonga-exhibicion-mujeres-proyecto_1_5609534.html

Bermejo, A. G. y Larraya, M. (dirección y guión). (2019). El hombre que diseñó España (documental). España: Llanero Films.

Bernal, G. et al (2007). ¡Mujeres al Proyecto! diseñadoras para el hábitat. Las Palmas de Gran Canaria, España: Gobierno de Canarias.

Cabello, L.M. (1922). El X Congreso Internacional de Arquitectos. Arquitectura (43), 421-431.

Folch, B. y Serra, R. (2004). Gabriel Ordeig Cole. Barcelona: Santa & Cole/ETSAB.

Giralt-Miracle, D., Capella, J. y Larrea, Q. (1998). Diseño industrial en España. Madrid, España: Ministerio de Educación y Cultura.

Pacheco, L. (11 de mayo de 2016). La casa del diseño. El periódico de Catalunya. Recuperado de: <https://www.elperiodico.com/es/barcelona/20160511/historia-escuela-elisava-rambla-ciutat-vella-5123065>

Rambla, W. (2005). Vicent Martínez o el diseño de mobiliario en el marco de PuntMobles. Castelló, España: Universitat Jaume I.

Ramírez, P. (2014). Las pioneras el diseño industrial en España. i+Diseño: revista internacional de investigación, innovación y desarrollo en diseño (9), 81-94.

Román, B. (director) (2016). Función y Forma. Diseño en España. Medio siglo contigo (documental). España: Rtv/La Chula Productions.

Zafra, I. (12 de noviembre de 2019). Marisa Gallén, Pionera de la modernidad, Premio Nacional de Diseño. El País. Recuperado de: https://elpais.com/cultura/2019/11/12/actualidad/1573568215_659297.html

Agradecimientos

Este artículo ha sido posible gracias a la colaboración de Lola Castelló y Nina Masó. Hacemos extensivo el agradecimiento a Rosa Castell Centeno, del Arxiu Valencià del Disseny, que ha facilitado y cedido las ilustraciones referentes a Lola Castelló.

proyecta 56

An industrial design journal

Contribución de autoras.

Conceptualización, J.H.-H.; metodología, S.B.-A.; software, S.B.-A.; validación, J.H.-H.; análisis formal, S.B.-A.; investigación, J.H.-H.; recursos, J.H.-H.; tratamiento de datos, J.H.-H.; redacción documento original, J.H.-H. y S.B.-A.; revisión y edición, J.H.-H. y S.B.-A.; supervisión, S.B.-A. Todas las autoras han leído y están de acuerdo en publicar esta versión del manuscrito.

Financiación

Este artículo es resultado del proyecto de investigación “Mujeres en la cultura arquitectónica (pos)moderna española, 1965-2000” (código PGC2018-095905-A-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y los Fondos Feder de la Unión Europea.

Alberto Barreiro

Diseñadorestratégicoenfocadoenhacerirresistiblelatransición hacia una forma más sostenible, consciente y responsable de entender los negocios y crear valor, para que podamos dejar nuestro mundo un poco más hermoso, significativo y amable de lo que lo encontramos.



P₅₆

divulgación



DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021i1.8>

Diseño estratégico para la transformación

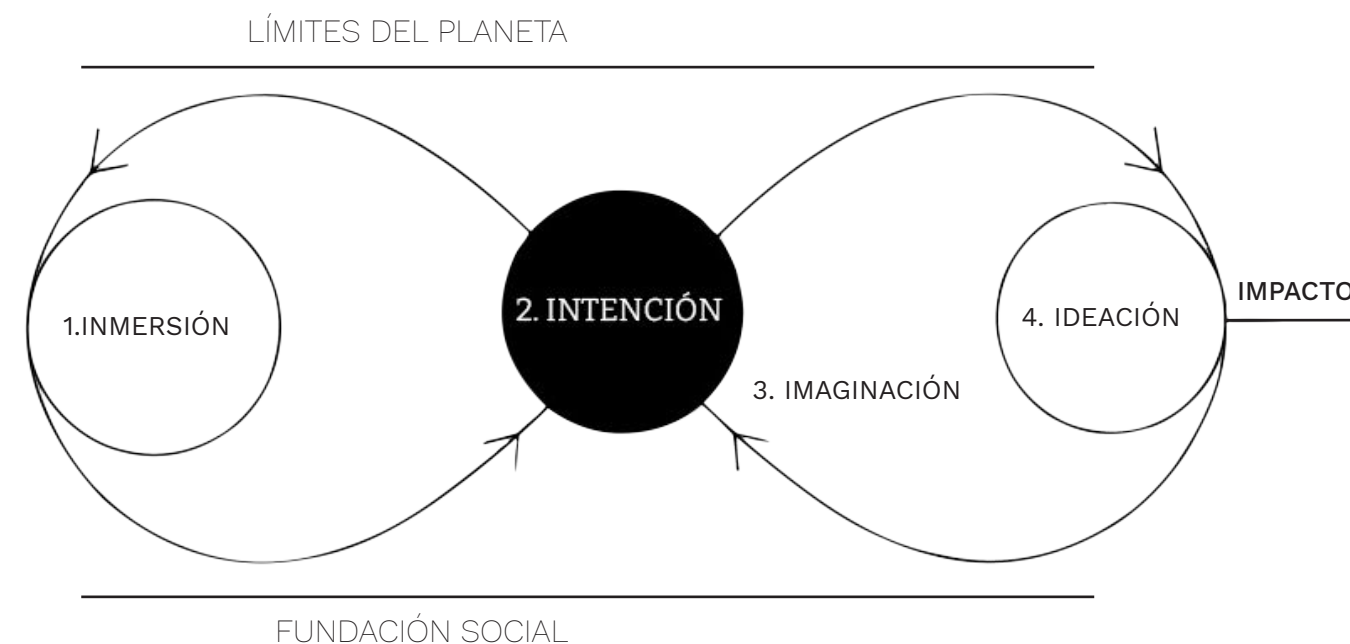
“El propósito es el resultado de definir lo que hacemos en función del impacto positivo que tenemos en los demás...”

El diseño es el punto de encuentro de dos importantes atributos humanos, nuestra creatividad y nuestra empatía. Somos humanos porque diseñamos, porque somos capaces de utilizar nuestra creatividad para reducir la fricción con un mundo que a veces parece duro y hostil.

La evolución del Diseño como disciplina puede entenderse como la profundización de la idea de empatía. A medida que vamos comprendiendo la complejidad humana y sus interdependencias con su entorno social y ecológico, más compleja se vuelve la tarea del Diseño, y mayor es su aspiración de impacto.

El Diseño para la Transformación parte de una conciencia colectiva, la necesidad de pasar por una profunda transformación de nuestra manera de ser, crear y hacer como profesionales, como comunidades y como organizaciones para poder incorporar los retos del mundo a nuestro trabajo diario y así asegurar un futuro digno de ser vivido.

Parte también de la constatación de que esta transformación empieza por nosotros mismos. Diseñar es también diseñarse a uno mismo, cambiar la forma en que nos relacionamos con nuestro entorno para convertirnos en los agentes de cambio que acaben impactando y transformando nuestros sistemas. Un proceso que requiere una mentalidad crítica capaz de replantear nuestras maneras de ver el mundo y crear nuevas narrativas, historias imbricadas en nuestras culturas que hemos de materializar en forma de artefactos responsables y de experiencias significativas, ya que sin acción no hay transformación posible.



La transformación es necesaria cuando el marco de pensamiento existente es incapaz de dar nuevas respuestas a los retos que causa.

Esta dificultad de respuesta se observa claramente en las barreras con las que nos encontramos como sociedad para romper las dinámicas que nos arrastran hacia la crisis climática, o para poner freno a los excesos de nuestro modelo económico, de la inmigración, a la precarización.

Podemos pensar, de hecho, que en el contexto actual, toda estrategia, para ser relevante, tiene que ser transformadora.

Tenemos capacidad de elección, y la forma en que la ejercemos esta capacidad influye en nuestro mundo y determina las consecuencias con las que todos debemos vivir. De ahí que es fundamental que desde el Diseño, que durante años ha sido uno de los grandes aceleradores de las consecuencias negativas de un modelo de producción y consumo insostenible, incorporemos un sentido de agencia en la forma en que damos forma y aplicamos nuestras estrategias, porque a través de ellas co-diseñamos el futuro de todos.

El proceso que se presenta a continuación es un intento de incorporar una intención transformadora al proceso creativo que, comenzando por el desarrollo de pensamiento sistémico y crítico, nos permita desarrollar nuevas perspectivas, formular nuevas preguntas y definir nuevos territorios desde los que empezar a explorar formas de que, a través

de nuestro trabajo como diseñadores y diseñadoras, intervenir e impactar de modo positivo nuestro entorno social, corporativo, tecnológico y ecológico.

Se trata de un proceso que consta de 5 fases clave que se distribuyen a lo largo de doble diamante (divergente/convergente) y que está orientado a formular estrategias de diseño y cuyo resultado marcaría el inicio de un proceso iterativo de Diseño de productos, servicios, sistemas o experiencias.

Un viaje que nos llevará a detectar áreas críticas sobre las que incidir, a declarar nuestra intención transformadora y a trazar estrategias que nos permitan intervenir, a lo

Definiendo el espacio del Diseño

largo del tiempo, en los sistemas de forma eficaz e impactante.

El Diseño para la Transformación nace de la necesidad de situar el proceso de diseño en un marco de responsabilidad. Las preguntas que nos hacemos tienen que estar definidas dentro de unos límites que impidan que las respuestas que surjan durante el proceso repercutan negativamente en nuestro entorno.

Inspirado en el trabajo de la economista Kate Raworth, y su trabajo sobre la Economía de la Rosquilla, más allá de la viabilidad técnica, la viabilidad empresarial o la deseabilidad del consumidor individual, el proceso de diseño debe estar constreñido dentro de dos márgenes: La Sostenibilidad, una frontera fijada por los límites del planeta. Y la Sociedad, es decir, no hay que sobrepasar los límites que afectan a la vida y a la dignidad de la sociedad en su conjunto. Dejando claro que los principios que definen las reglas del juego son esenciales para guiar todo el proceso de diseño.

Otro aspecto crítico que debemos comprender antes de comenzar, es el hecho de que toda transformación depende de nuestra transformación personal, ya sea como diseñadores, como clientes o como organizaciones implicadas en el proceso. El cambio de modelo requiere una nueva mentalidad para poder llevar a cabo esta transformación de forma auténtica, duradera y eficaz.

1 Inmersión

Ya conocemos nuestro Espacio de Diseño, los límites que no debemos sobrepasar para evitar en lo posible las consecuencias negativas de nuestro trabajo.

“...explorar el sistema e identificar aquellas áreas en las que podemos intervenir...”

A diferencia de otros métodos de Diseño, el objeto de nuestro proceso no son tanto las necesidades objetivas de un usuario concreto, sino el sistema en su conjunto, en toda su complejidad.

El objetivo de esta primera fase es explorar el sistema e identificar aquellas áreas en las que podemos intervenir para activar su transformación.

En lugar de afrontar los retos de forma lineal y analítica, trataremos de identificar los nudos que componen el sistema, las conexiones dinámicas de interdependencia entre ellos y las propiedades del sistema en su conjunto.

Para ello, el proceso propone una exploración sensible y crítica, a través de la inmersión personal, dentro del sistema al que nos enfrentamos. Sensible, porque más allá de los datos analíticos que podamos recabar, debemos buscar formas de entender el sistema sin romper su integridad, algo a lo que nos ayuda la sensibilidad humana, gracias a su capacidad para detectar conexiones invisibles y reconocer patrones, sin siquiera tener que verbalizarlos.

2 Intención

Esta exploración debe ayudarnos a identificar aquellas áreas en las que podemos intervenir, y descubrir las narrativas y patrones que surgen de las interacciones dentro del sistema y que le dan sentido.

Las metodologías para lograr esta comprensión del sistema e identificar las áreas de intervención pueden variar y dimensionarse de diferentes maneras, pero requieren del desarrollo de un pensamiento crítico y holístico, que combinado con entrevistas y técnicas de investigación tradicionales, nos permite construir narrativas que dotan de sentido y comunican los patrones emergentes en el sistema (Sense-Making).

Por ejemplo, en un proyecto de creación de una spin-off de una empresa de productos de seguridad, mapeamos el sistema uniendo el portfolio de los cientos de productos que comercializaba la empresa junto a las necesidades de sus clientes y usuarios de los productos, para darnos cuenta que todo esas acciones incidían en el desarrollo de servicios de mejora del bienestar de las personas dando solución a sus problemas en su lugar de trabajo.

Los resultados de esta fase son, además de una profunda comprensión del reto, la identificación de aquellas áreas donde podríamos impactar y la formulación de la pregunta de diseño siguiendo la siguiente fórmula: *¿Cómo podría...?*

Volviendo al ejemplo anterior, la pregunta sería: *¿Cómo podría mejorar el bienestar de las personas dando solución a sus problemas en su lugar de trabajo?*

Una vez comprendido el sistema, identificadas las áreas en las que queremos intervenir y formulada la pregunta clave, ahora debemos declarar nuestra intención transformadora.

Para ello, debemos definir el propósito de nuestro proyecto, ya sea una nueva iniciativa empresarial, un nuevo proceso innovador o una mejora de la cultura corporativa.

Este propósito es una intención subjetiva y transformadora que busca producir un impacto positivo y a largo plazo en todo el sistema. En otras palabras, el propósito es el resultado de definir lo que hacemos en función del impacto positivo que tenemos en los demás.

Para que el impacto sea relevante y atractivo, la síntesis debe ser también significativa, es decir, nuestro propósito debe responder a las necesidades profundas de las personas que componen el sistema.

Veamos este clásico ejemplo de propósito empresarial:

En IKEA nuestra visión es la de crear un mejor día a día para la gran mayoría de las personas.

Podemos ver que el propósito responde a la necesidad que todos tenemos de disponer de muebles y productos para el hogar de calidad que mejoren nuestro bienestar, y a su vez, conociendo lo difícil que es acceder a muebles bien diseñados debido su precio, el diseño en IKEA está orientado a hacer llegar esos productos a una mayoría de las personas, en otras palabras, su propósito es la democratización del bienestar, y su estrategia consistiría en responder a ese reto en forma de productos, servicios, modelo de negocio y experiencias.

3 Imaginación

Se trata de una intención transformadora que tiene un impacto positivo y significativo, esto es que es capaz de resultar cautivador y relevante desde un punto de vista humano, ya que activa significados como armonía, bienestar, belleza, creatividad y justicia.

Y si nos fijamos ahora en la declaración completa del propósito de IKEA

En IKEA nuestra visión es la de crear un mejor día a día para la gran mayoría de las personas. Nuestra idea de negocio apoya esta visión, ofreciendo una amplia gama de productos del hogar bien diseñados y funcionales a precios tan bajos que el mayor número posible de personas puede permitirse.

Vemos que más allá de una simple intención, el propósito define toda la estrategia empresarial y, en consecuencia, debe estar detrás de todos los aspectos de la organización.

Todo el proceso de diseño de productos de IKEA, el diseño de su experiencia de tienda, el desarrollo editorial y de comunicación contribuye a la materialización de este propósito.

Disponer de un propósito de impacto positivo y significativo, que tenga en su interior la intención de confrontar un reto complejo, ha de servir de principio fundamental de nuestro trabajo como diseñadores y diseñadores y es la clave de orientar el Diseño hacia la Transformación. Añadiendo esta intención a nuestras metodologías nos permite ir más allá de la búsqueda de resultados a corto plazo y hace que nuestro trabajo sea mucho más relevante.

En mi experiencia el Diseño, como representante de las necesidades y deseos de las personas, tiene la posibilidad y la gran oportunidad de ser el impulsor de este tipo de estrategias en las organizaciones.

Una vez que tenemos nuestra intención definida, necesitamos encontrar el modo de materializarla. Pero antes de converger en forma de ideas, debemos entender qué tipo de impacto causa nuestro propósito y cómo transforma el mundo a nuestro alrededor.

Esto lo hacemos de forma especulativa, haciéndonos preguntas que nos permiten imaginar escenarios futuros y explorar las consecuencias de nuestras decisiones.

De modo que la siguiente pregunta que debemos hacernos es “¿Qué pasaría si....?”

Esta fase, como las anteriores, está abierta a la aplicación de diferentes metodologías y se puede dimensionar con mayor o menor profundidad según la tipología del proyecto. En los casos en los que es necesario incluir un elemento de prospectiva estratégica al proyecto debido, por ejemplo, a las incertidumbres de un mercado, nos aproximamos aplicando metodologías de Diseño de Futuros, que implica la investigación sistemática de señales y tendencias para la construcción de escenarios de futuro sobre los que se impactaría nuestro propósito.

Una técnica sencilla y eficiente que podemos utilizar para este proceso especulativo es la realización de entrevistas futuras. Basándonos en arquetipos de usuarios, en ellas imaginamos una conversación con una serie de personas que ha sido impactada positivamente por nuestro propósito y a la que preguntamos sobre el impacto transformador de su experiencia.

Esta entrevista nos permite explorar las consecuencias positivas de nuestro trabajo, para entender la forma en la que se materializa nuestro propósito.

Esta proyección especulativa puede ampliarse en forma de escenarios, en los que dibujamos una visión lo más amplia

posible de las consecuencias de nuestra transformación con una doble intención, la primera es la de comprender las diferentes posibilidades que se abren ante nosotros, y la segunda es definir con detalle el escenario que nos gustaría crear a partir de nuestro propósito, y a partir de ahí identificar los elementos claves que hacen posible dicho escenario, elementos cuya materialización se convertirá en el objetivo clave de nuestra estrategia.

Una gran entidad bancaria cuyo propósito es el de “contribuir al progreso de las personas y las empresas” quería desarrollar una propuesta de valor orientada a mejorar la competitividad de las pequeñas y medianas empresas y así asegurar su continuidad en un contexto amenazado por las grandes plataformas. En base a este propósito la primera fase del proceso consistió en comprender cuál es la mejor manera en la que una entidad bancaria puede contribuir a ese progreso. La respuesta fue que la ayuda a la digitalización y el acceso a nuevos mercados era la clave para este futuro. El proceso especulativo consiste ahora en preguntar: “¿Qué pasaría si una empresa se digitaliza y accede a nuevos mercados de la mano de un banco?”. “¿Qué escenarios se abren ante nosotros?”.

Estas entrevistas futuras nos permitirían explorar las consecuencias deseadas de nuestro proyecto, por ejemplo: “Desde que me he incorporado a esta iniciativa me he quitado la ansiedad por no ser capaz de competir en un mercado tan veloz y complejo, tengo las herramientas y el apoyo necesario, mis productos son más visibles, no dependo tanto de las grandes plataformas que reducían mucho mi margen, y al fin veo posibilidades de internacionalización”.

Nuestra estrategia a partir de este momento sería asegurarse de que alguien diga eso de nosotros en un plazo determinado. El propio análisis de las entrevistas nos ayudan a identificar las áreas que debemos priorizar, y sobre todo nos permite visualizar el éxito en forma experiencial y de intercambio de valor.

4 Ideación

La fase de ideación se alimenta de las consecuencias deseadas y los escenarios que hemos definido en la fase anterior. Partiendo de los mismos, y profundizando en esas experiencias futuras, nos preguntamos, utilizando por ejemplo plantillas de mapas de empatía, cuáles son, desde una perspectiva individual, social y ecológica, las ganancias, puntos de dolor y tareas claves en dichos escenarios. Esto nos permite identificar posibles áreas específicas de impacto que responden a los retos que se presentan.

Ya identificadas estas soluciones debemos, una vez más, utilizar nuestro propósito para decidir de todas esas soluciones cuáles son las que contribuyen de manera más significativa a la materialización de la intención transformadora que nos hemos atribuido.

Esta aproximación debería permitirnos desarrollar una estrategia centrada en propósito que, más que aportarnos una solución concreta, acabará por generar de forma recurrente e iterativa, un ecosistema coherente, cohesionado y consistente de productos, servicios y experiencias.

A partir de aquí ya podemos desarrollar un proceso cíclico de ideación que nos permite definir en mayor detalle las especificaciones de los productos, servicios, procesos, organizaciones o experiencias que van surgiendo de preguntarnos de forma recurrente sobre cuál es la mejor manera de llevar a cabo nuestro propósito.

Un neobanco buscaba soluciones innovadoras en servicios financieros relacionados con el crédito. Para ello, tras definir su propósito, ligado, como en el caso de IKEA a la democratización del acceso a las ventajas de la banca digital dentro de un contexto de responsabilidad, creamos tres escenarios de futuro posible en base a señales de cambio en un mundo post-pandemia, aplicamos los mapas de empatía a cada escenario, buscando identificar las



necesidades de un cliente arquetípico en cada uno de esos posibles futuros. Una vez identificados un gran número de “pains, gains and tasks”, la pregunta fue: “¿Si nuestro propósito es el de democratizar el acceso a las ventajas de la banca digital que productos o servicios identificados servirían con mayor efectividad nuestro propósito?” Esa pregunta es la que nos dio pie a filtrar y mejorar el proceso de ideación y llegar a la definición de nuevos productos relevantes para el banco y sus clientes.

proyecta 56

An industrial design journal

Conclusión: Impacto

Como habréis notado, nuestro objetivo principal es el de introducir un propósito transformador dentro del proceso de diseño estratégico para garantizar que el resultado sea en sí mismo transformador y tenga un impacto positivo.

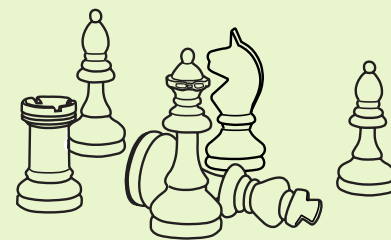
Este proceso nos da pie a replantear nuestra comprensión de los retos a los que nos enfrentamos, navegar su complejidad y llevarlos a nuevos territorios.

Al definir nuestra intención en función al impacto positivo que podemos tener en los demás y asegurarnos de que todas las consecuencias del ejercicio de Diseño sean coherentes con esos principios, acabamos por provocar un cambio de paradigma. Pasando de un modelo transaccional, basado en los intereses propios de cada una de las partes, a uno relacional, en el que los beneficios de la empresa, o del proyecto, se alinean con los beneficios del entorno personal, social y medioambiental, generando una relación de interdependencia y de creación continua de valor compartido. En conclusión, el proceso de Diseño para

la Transformación es una forma abierta y flexible de abordar retos complejos que requieren una visión y actitud transformadora.

Para lograr esta transformación, necesitamos una comprensión profunda del sistema desde nuestra propia sensibilidad para identificar las áreas críticas de cambio, también se necesita la definición de una intención transformadora subjetiva orientada al impacto que sirva de motor para nuestras acciones, con el fin de diseñar un ecosistema coherente de intervenciones que busquen crear un escenario de consecuencias deseables.

Como resultado de este proceso continuo, encontraremos que hemos sido capaces no sólo de crear soluciones innovadoras, sino de cambiar profundamente los fundamentos conceptuales que sustentan nuestros proyectos o negocios, llevándolos hacia un nuevo espacio de responsabilidad con nosotros mismos, nuestra sociedad y el dañado planeta que habitamos.



Artículo de Investigación | Research Article

La espiral biomimética inspiradora de retos actuales de diseño y soluciones sostenibles innovadoras | Biomimicry design spiral as inspiration for current design challenges and innovative sustainable solutions

Raquel Cabrero-Olmos^{1*}, Luis Calle-Sánchez³, Beatriz Rodríguez-García² y Victoria Sevilla-Lucio²

¹ Universidad de Valladolid

² Dpto. Proyectos e Investigación, Escuela de Arte y Superior de Diseño de Segovia “Casa de los Picos”, España | Calle Juan Bravo, 33 - 40001 Segovia.

hola@raquelcabrero.com; brodriguezgarcia2@educa.jcyles; mvsevilla@educa.jcyles.

³ Ambientólogo. Asociación Biomimicry Granada, España | Calle Real Cartuja, 7-9, local - 18012 Granada | biomimicrygranadaformacion@gmail.com

* ORCID: 0000-0002-8424-6766

Recibido: 20 de marzo 2021 | Aceptado: 11 de mayo 2021 | Publicado: 29 de Junio 2021

DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i1.6>

Resumen

Este artículo presenta una experiencia realizada en el ámbito del diseño de producto dirigida a conocer más en profundidad qué es la biomímesis, descubrir las posibilidades que ofrece a la hora de diseñar productos más sostenibles e introducir esta inspiración en la naturaleza dentro del proceso habitual de diseño, poniendo así a trabajar de forma conjunta dos disciplinas como son la biología y el diseño.

La experiencia se ha llevado a cabo a través de varios talleres colaborativos entre futuros diseñadores de producto y asesores en biología pertenecientes a la asociación Biomimicry Granada. Se ha promovido el conocimiento y trabajo con la metodología de la espiral de diseño biomimético, a través de una aplicación guiada de la mano de expertos. En el artículo se describen detalladamente las acciones realizadas durante los tres meses de duración de la colaboración, estructuradas en fases consecutivas que se asemejan a las propuestas en la metodología (observar; definir; biologizar y descubrir; abstraer y emular; y evaluar). Se concluye con los resultados obtenidos en materia de aprendizaje e innovación sostenible, enfatizando que esta colaboración ha supuesto la apertura a nuevas disciplinas que ofrecen herramientas sostenibles e innovadoras para definir y resolver retos de diseño.

Palabras clave: Innovación, Biomimética, Pensamiento de Diseño, Proceso de Diseño, Espiral de diseño biomimético, Diseño Sostenible.

Abstract

This paper presents an experience carried out in the field of product design aimed at knowing more in depth what biomimicry is, discovering the possibilities it offers when designing more sustainable products and introducing this inspiration in nature within the usual design thinking and process, thus putting two disciplines such as biology and design to work together.

This experience has been conducted through several collaborative workshops between future product designers and biology consultants belonging to the Biomimicry Granada association. Knowledge and work with the biomimetic design spiral methodology has been promoted through a guided application by experts. The actions carried out during the three-month collaboration are described in detail, structured in consecutive stages that resemble those proposed in the methodology (observe; define; biologize and discover; abstract and emulate; and evaluate). It concludes with the results obtained in terms of learning and sustainable innovation, emphasizing that this collaboration has opened up new disciplines that offer sustainable and innovative tools to define and solve design challenges.

Keywords: Innovation, Biomimetics, Design Thinking, Design process, Biomimetic design spiral, Sustainable Design

Introducción

“La gente que diseña nuestro mundo, por lo general, nunca ha asistido a una clase de biología, lo creas o no. Entonces son novatos en cómo funciona el mundo” (Janine Benyus).

La sociedad actual se enfrenta a grandes desafíos ecológicos, demográficos y de convivencia y la pregunta que surge es qué podemos hacer desde nuestro papel de diseñadores (Rediseñando el mañana, 2021). La cita de Janine Benyus que abre el artículo es reveladora en este sentido, poniendo en duda cómo podemos diseñar el mundo sin saber cómo funciona dicho mundo (Benyus, 1997). Define el porqué de la inquietud que nos lleva a realizar esta innovadora experiencia en el campo de la aplicación de metodologías para la creación de un futuro sostenible, ya que éste solo se generará si los creadores de nuestro mundo artificial, los diseñadores que actualmente están formándose, son capacitados para resolver problemas de diseño con principios cíclicos a imagen y semejanza de nuestra naturaleza.

Biomímesis significa literalmente imitación de la vida, combinando las raíces griegas “bio” (vida) y “mimikos” (imitación). Benyus,

responsable del desarrollo del término, define biomímesis como “...una nueva ciencia que estudia los modelos naturales y los imita o toma inspiración de esos diseños y procesos para resolver problemas humanos...” (Benyus, 1997).

Las posibilidades que ofrece la biomimética al campo del diseño son incontables. Los organismos y sus ecosistemas proporcionan lecciones magistrales de diseño que pueden desembocar en soluciones innovadoras a retos de diseño a través de la analogía. La analogía biológica permite hacer una interpretación técnica de algo que ya existe en la naturaleza sin necesidad de generar una invención, establece una transferencia de conocimiento (López-Forniés y Berges-Muro, 2014). En este sentido, la biología y sus especialistas son indispensables para abstraer la lógica funcional de cada uno de los organismos y sus estrategias de adaptación a sus contextos.

En base a estos referentes, se inicia un proyecto interdisciplinar, que pone en contacto directo a la asociación Biomimicry Granada, integrada por profesionales de distintas disciplinas (destacando especialmente las figuras de ambientólogo y experto en biología para la idea de nuestro trabajo), con profesores y alumnos de las enseñanzas de Diseño de Producto en

la Escuela de Arte y Superior Diseño de Segovia, reunidos con una preocupación común, la preservación del medioambiente.

El campo de la biomimética es solo una de las posibilidades de diseño inspirado en la naturaleza; y, a su vez, abarca una amplia gama de estrategias y enfoques. Varios grupos de investigación e institutos están especializados en este área, cada uno con un enfoque ligeramente diferente. (De Pauw, Kandachar, Karana, Peck y Wever, 2010). La experiencia que desarrollamos sigue las premisas del Biomimicry Institute, co-fundado por Janine Benyus en 2012. Promueve el aprendizaje del biomimetismo, estudiando y emulando las formas, los procesos y los ecosistemas naturales para crear diseños y tecnologías no contaminantes, donde no existe el concepto desperdicio solo los sistemas circulares de reutilización.

La asociación Biomimicry Granada, junto con la red de grupos locales de Biomimicry Iberia, utiliza este método para tratar de incorporar el conocimiento de la naturaleza a nuestro entorno y crear soluciones prácticas y sostenibles difundiendo la Biomímesis.

Se aprovecha la oportunidad de generar una colaboración directa con esta asociación para introducir la inspiración en la naturaleza dentro del proceso de diseño que habitualmente siguen los diseñadores de producto. La experiencia se estructura a través de una serie de talleres colaborativos entre futuros diseñadores de producto y asesores en biología pertenecientes a Biomimicry Granada. Esta colaboración interdisciplinaria no busca el dominio de muchos campos, sino la apertura a nuevas disciplinas que puedan ofrecer herramientas diferentes, más sostenibles e innovadoras, para definir y/o afrontar los retos de diseño.

Otros trabajos se han realizado ya para la introducción de la biomímesis en el campo de la formación en diseño, carente a veces de asignaturas obligatorias que cubran este aspecto de forma teórica o práctica (López-Forniés y Berges-Muro, 2014) (Santulli

y Langella, 2011). Si bien el curriculum del Grado de Diseño de Producto que manejamos sí incluye temas relacionados con la biomímesis dentro de algunas asignaturas como Biónica, Ergonomía y Antropometría (de una forma más directa), o Fundamentos de Diseño (de una forma más transversal), la posibilidad de realizar una colaboración interdisciplinar con expertos en la materia es la innovación más destacada. Se promueve el conocimiento y trabajo con la metodología de la espiral de diseño biomimético, a través de una aplicación guiada de la mano de asesores en biología. A continuación se describen detalladamente las acciones realizadas durante los tres meses de duración de la colaboración, así como los resultados obtenidos en materia de aprendizaje e innovación sostenible.

Intención y objetivos

El objetivo general de la acción realizada es enraizar en los futuros diseñadores el concepto de sostenibilidad, a través de la aplicación del método biomímesis abandonando el aula y visitando el medio natural, en contacto con profesionales de la biología y otras disciplinas que colaboran con la causa a la mejora del medioambiente, en distintos espacios de colaboración, de forma conjunta e individual.

Esto se puede desplegar en diferentes objetivos específicos que enunciamos a continuación:

- Deconstruir el aprendizaje del imaginario moderno basado en la productividad y llevarlo a reintegrar al hombre a lo natural.
- Vivenciar un método creativo de resolución de problemas con principios de sostenibilidad, estableciendo analogías entre el mundo natural y el reto de diseño establecido.
- Analizar y aplicar la metodología de la espiral de diseño biomimético de forma directa de manos de un profesional que la ejerce.
- Descubrir problemas y definir retos en distintos ámbitos de la sociedad actual.

- Crear sinergias con principios medioambientales, a través de proyectos grupales desarrollados en colaboración con diferentes disciplinas.

Metodología

La metodología utilizada en este proyecto se basa en la aplicación, a través de diferentes dinámicas participativas, de la *Biomimicry Design Spiral* (Figura 1), permitiendo integrar el aprendizaje de la naturaleza en el diseño (Biomimicry Institute).

La aplicación de esta metodología en el proceso de diseño traerá consigo una nueva era de aplicaciones, tecnologías y enfoques sostenibles (Rossin, 2010). Se basa en la generación de modelos regenerativos surgidos en los sistemas naturales durante más de 3.800 millones de años de evolución de la tierra. El estudio e investigación de los mismos pueden determinar su viabilidad para la resolución de retos en el diseño o la ingeniería (Baumaster, Tocke, Dwyer, Ritter y Benyus, 2013).

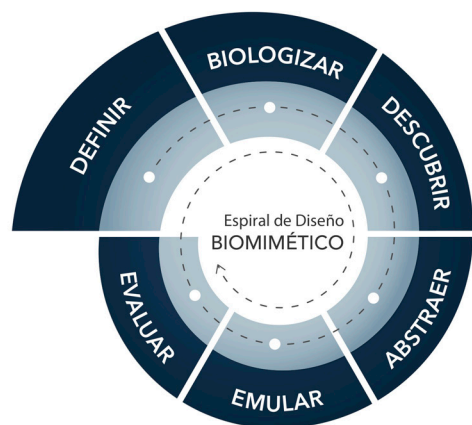


Figura 1. Proceso de diseño según la Espiral de Diseño Biomimético (Fuente: Biomimicry Institute).

La espiral de diseño biomimético se estructura en seis fases no herméticas, es decir, unas tienen relación con las otras por lo que en ocasiones, el usuario puede volver a una anterior para afrontar de mejor manera la siguiente. Este aspecto en un sentido práctico permite reevaluar conceptos tan

importantes como el reto del diseño al que se enfrenta el diseñador o aportar nuevos datos biológicos que ayuden a evaluar la viabilidad de la solución creada a partir de la observación y el conocimiento de un organismo o sistema natural.

Se explican a continuación las diferentes fases de forma detallada:

1º Definir: El objetivo en esta fase es establecer un mapa de situación de la problemática que se quiere abordar, entendiendo cuál es la necesidad que se quiere afrontar con el reto y el alcance del mismo.

2º Biologizar: En este punto se debe replantear el reto establecido en la fase “Definir” pensando cómo esas funciones identificadas se pueden encontrar en la naturaleza ya que es el lugar en el que se buscarán las posibles soluciones.

3º Descubrir: Se trata de buscar en la naturaleza las funciones que se quieren satisfacer con el diseño, es por ello que conviene dedicar tiempo en los dos primeros pasos para tener un buen alcance de las funciones que permita una búsqueda fluida de alternativas en los sistemas naturales. En esta fase el conocimiento biológico prevalece a través de la observación detallada del usuario/a, la búsqueda de información bibliográfica y/o la consulta con expertos en la materia.

En este proyecto se utilizó para esta fase la herramienta Asknature (<https://asknature.org/>), a través de la cual se pueden encontrar soluciones en la naturaleza una vez que se han identificado una serie de funciones a solventar en la fase de “biologizar”.

4º Abstraer: En esta fase el objetivo es expresar los mecanismos a través de los cuales la naturaleza observada resuelve de forma satisfactoria las funciones planteadas en el reto utilizando un lenguaje no biológico. Es importante conseguir este paso para poder emular correctamente la solución observada y aplicarla en el diseño propuesto.

5º Emular: En la emulación se deben

aplicar todas las lecciones aprendidas en las anteriores fases en una lluvia de ideas en la cual se integren las soluciones estudiadas en la resolución de los retos a través de un diseño coherente y sostenible. En el proyecto se relacionó esta fase con los patrones unificadores de la naturaleza, una serie de directrices que la naturaleza sigue y que le permiten ser sostenible y eficiente en el tiempo como sistema. Por un lado, como criterios para entender la adecuación del diseño y por otro, para tener una mayor comprensión de cómo el diseño interacciona con el resto de elementos del sistema.

6º Evaluar: Es la fase final de la espiral, en la cual se debe evaluar la viabilidad práctica del diseño. En este proyecto por su naturaleza educativa y límite temporal de la actividad no se tuvo en cuenta esta última fase ya que no formaba parte de los objetivos descritos para el mismo.

Existen dos posibles formas de aplicar el pensamiento biomimético al proceso de diseño. La primera aproximación, “del reto a la biología”, parte de un problema específico y se buscan inspiraciones biológicas para la solución. La segunda, “de la biología al diseño”, se inicia con una inspiración biológica que contribuye a definir un reto de diseño (Biomimicry 3.8., 2015).

La acción desarrollada se guía por esta segunda aproximación, dedicando la parte inicial del proceso a identificar y definir un reto actual de diseño para luego pasar a la búsqueda de soluciones sostenibles innovadoras.

Desarrollo

La experiencia está contextualizada dentro de los estudios de Grado de Diseño de Producto, vinculada de manera transversal con varias asignaturas del currículum. Integra a un total de veintidós alumnos de los dos primeros cursos y tres profesoras de sendas asignaturas. El desarrollo temporal global ha sido de tres meses de duración; la dedicación al proyecto ha sido a tiempo parcial, compaginándola con el resto de formación de cada nivel educativo en particular.

Cabe destacar un antecedente directo que da pie a lo que ahora se ha desarrollado. En 2018 se organizó un taller colaborativo con la asociación Biomimicry Granada en formato intensivo de dos días de duración (16 horas). Se comenzó con una conferencia para presentar brevemente qué es la biomímesis y sus principios fundamentales, y se dio paso al desarrollo de un taller experiencial para afianzar dichos contenidos. A través de la observación directa de elementos naturales, la realización de experimentos sencillos y el análisis de ejemplos de aplicación de la biomímesis en diferentes campos, los alumnos fueron capaces de definir proyectos basados en la naturaleza.

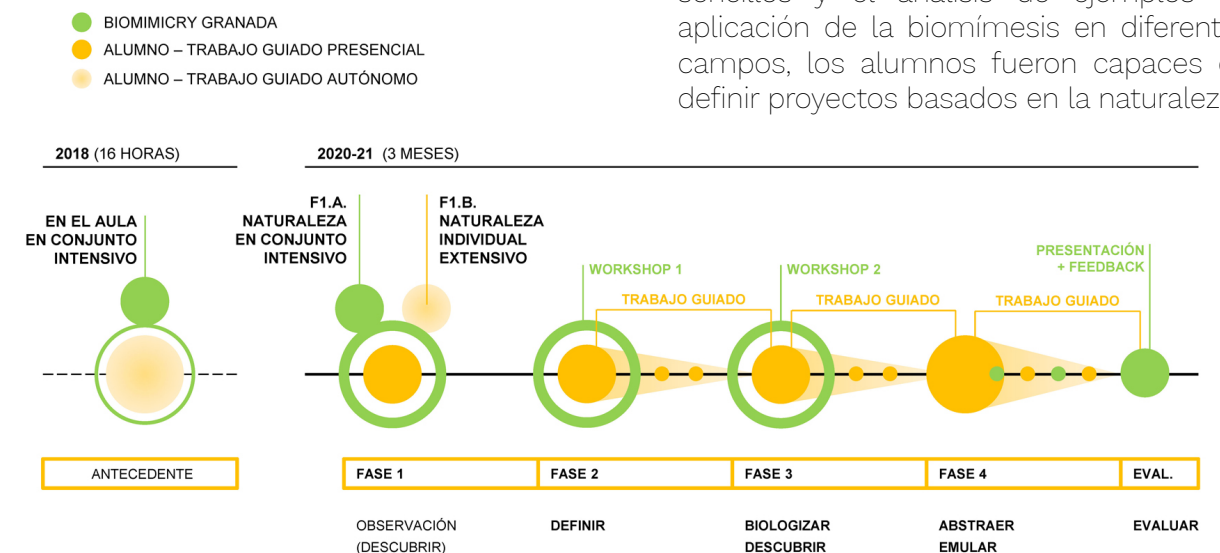


Figura 2. Cronograma de fases de la aplicación práctica. Antecedente (2018) y desarrollo de la experiencia actual (2020-2021). (Fuente: elaboración propia).

Esta acción previa ha sido el desencadenante para desarrollar ahora una experiencia colaborativa más prolongada en el tiempo que permitiese profundizar en la inspiración de la naturaleza como fuente de soluciones sostenibles, vinculando la metodología de la espiral de diseño biomimético con el proceso de diseño habitual en los estudios.

En la experiencia actual, la intervención queda organizada en cuatro grandes fases consecutivas, trabajando de forma completa un ciclo de la Espiral de Diseño Biomimético (Figura 1).

En cada una de ellas ha habido trabajo autónomo del alumno (futuro diseñador), un seguimiento continuado por parte de los profesores (diseñadores o arquitectos) y una colaboración con un experto en biología de la asociación Biomimicry Granada.

El contacto entre diseñadores y asesores en biología durante todo el proceso ha sido crucial, y se plantea como una de las mayores ventajas e innovaciones metodológicas en la vertiente del aprendizaje llevadas a cabo en esta experiencia.

Describimos a continuación las fases mencionadas, detallando las acciones realizadas en cada una de ellas, así como la implicación de los diferentes profesionales.

Fase 1. Observación de la naturaleza.

Se proponen dos actividades complementarias dirigidas a fomentar la capacidad de observación de elementos y sistemas naturales. Por un lado, se propone a cada alumno desarrollar un cuaderno de observación de la naturaleza, dibujando del natural dos días a la semana durante veinte minutos cada día. Se extiende a lo largo de 12 semanas y discurre de forma paralela al resto de acciones. Es una actividad de contacto directo con la naturaleza, que se realiza de forma individual y repetida en el tiempo.

Por otro lado, se programa una salida a la naturaleza guiada por un ambientólogo de Biomimicry Granada; se selecciona el Jardín Botánico en esta ocasión por las posibilidades que ofrece en la época del año en que tiene lugar. Esto permite realizar una observación dirigida, apoyada en dibujos, con vínculos a explicaciones concretas sobre la naturaleza por parte de un experto en la materia. Se introduce el concepto de patrones unificadores de la naturaleza (Biomimicry Institute), reflexionando de forma conjunta sobre cada uno de ellos y buscando ejemplos cercanos que los ilustren.



Figura 3. Extracto de dos cuadernos de observación de la naturaleza realizados por alumnas, donde destaca la capacidad de observación y análisis de los elementos naturales (Fuente: B.Vírseda / T.García).

En cierto modo, esta fase de observación está relacionada con la etapa “descubrir” que propone la metodología de la espiral, y desembocará en la propuesta de retos de diseño para la continuación del proceso.

Fase 2. Trabajo para la definición de un reto de diseño.

El primer acercamiento a los retos de diseño detecta cinco grandes grupos de necesidades en la sociedad actual. Estos son: sistemas de producción y sostenibilidad; plástico y embalajes; educación e información; uso y distribución del agua; y movilidad y seguridad.

Es necesaria una mayor definición de dichos retos para poder trabajar con ellos, y es éste el objetivo de esta fase del proyecto. Se forman grupos de trabajo de dos o tres personas que se mantendrán hasta el

final, y se concretan los retos a resolver en fases sucesivas partiendo de una plantilla que favorece el desarrollo, ordenación y concreción de las ideas a través del pensamiento visual (Figura 4a). Esta plantilla inicia la reflexión con la pregunta “¿qué quiero que mi diseño haga?”, buscando más acciones a resolver que productos concretos. Deja espacio para recoger la lluvia de ideas y finaliza concretándolas en tres preguntas de diseño que comienzan por “¿Cómo podríamos...?”.

Todo esto se desarrolla en un taller conjunto (nombrado como “Workshop 1” en la Figura 2), de tres horas de duración, facilitado por profesionales de Biomimicry Granada. Tras recoger los aprendizajes de la naturaleza de la fase anterior, a modo de recordatorio, este taller sirve como inyección de energía para la continuación de la experiencia.

Fase 3. Biologizar y Descubrir. Inspiración en la naturaleza.

Esta fase comienza con otro taller conjunto guiado por un asesor en biología de la Biomimicry Granada (nombrado como “Workshop 2” en la Figura 2). Otra plantilla

va a servir de apoyo visual al desarrollo del pensamiento para trasladar el lenguaje de diseño a un lenguaje propio de la biología, lo que denominamos “biologizar el reto” (Figura 4b).

El formato de la plantilla es muy similar al anterior. Se fomenta la reflexión a partir de una pregunta central, “¿qué estoy buscando en la naturaleza?”, que da pie a recoger verbos y acciones que traduzcan el lenguaje de diseño anterior a uno más propio de los elementos naturales. Se finaliza extrayendo tres preguntas biologizadas que comienzan con “¿Cómo la naturaleza...?”.

La colaboración interdisciplinar es fundamental en esta fase para garantizar un mayor entendimiento de la parte biológica e integrar el proceso de trabajo de búsqueda de soluciones en la naturaleza.

La parte final de ese taller presenta la herramienta AskNature y enseña su funcionamiento. Se explica cómo está estructurada a partir de la taxonomía biomimética (Biomimicry Institute, 2017) y se trabaja con varios ejemplos para integrar el funcionamiento.

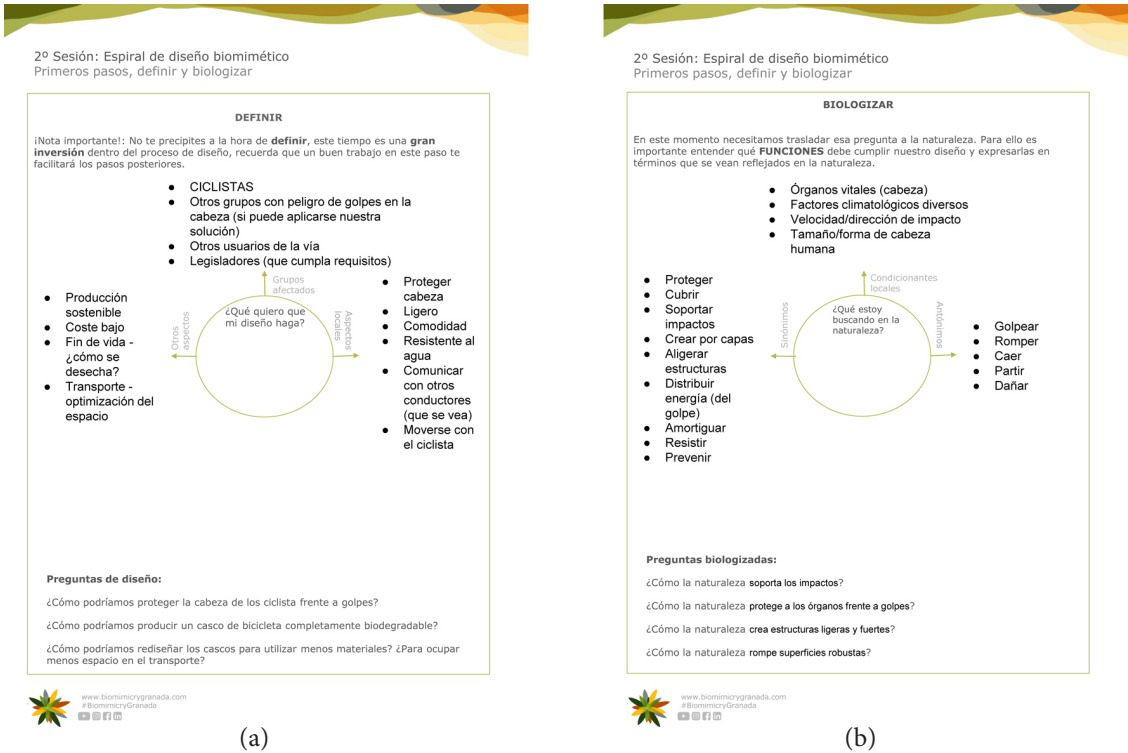


Figura 4. Plantillas de trabajo en las fases de definir (a) y biologizar (b) utilizadas durante el desarrollo de los talleres facilitados profesionales de Biomimicry Granada (Fuente: Biomimicry Granada).

Esto permitió a los alumnos trabajar de forma autónoma en sus respectivos retos, partiendo de las tres preguntas biológizadas anteriores para desarrollar un panel visual que recoja los descubrimientos de la naturaleza que pueden apoyarles en el planteamiento de soluciones sostenibles. Durante esta fase, los alumnos están tutorados de forma regular por las profesoras y de forma puntual por los colaboradores externos.

Fase 4. Abstraer y Emular. Adaptación de las soluciones naturales al diseño.

Esta es la última etapa de la experiencia, dedicada a proponer una solución al reto desde el campo del diseño, inspirada en la investigación de la naturaleza de las fases anteriores.

Se desarrolla dentro del aula, con un mayor trabajo por parte del alumnado y guiada por las profesoras de las diferentes asignaturas de modo constante. El feedback de los asesores en biología es más puntual en esta fase, destinado a resolver dudas en formato diferido.

Algunos de los proyectos presentados se pueden observar en las Figuras 5, 6 y 7, así como en la tabla resumen de resultados (Tabla 1). Cabe señalar que el desarrollo de las soluciones propuestas se ha quedado en un nivel de anteproyecto, obteniendo resultados más conceptuales que necesitarían un desarrollo técnico posterior.



Figura 5. Proyecto “bimar”. Diseño de paquete experimental de tabaco dirigido a concienciar sobre los peligros del mismo (Fuente: R.Martín y M.Centeno).

Para finalizar la experiencia, se ha llevado a cabo una evaluación de las propuestas presentadas por parte de los expertos en biología y medio ambiente de la asociación Biomimicry Granada. Consideramos que esto cerraría un primer ciclo de la espiral, y serían necesarias nuevas iteraciones para seguir afinando las propuestas. Este feedback se presenta en el siguiente apartado de resultados, unido a la valoración y evaluación conjunta que hemos realizado de la experiencia.



Figura 6. Proyecto “babybird”. Diseño de un sistema de movilidad y transporte de niños (Fuente: D.Gómez y E.González).

Resultados

Al finalizar la experiencia, fueron presentados un total de once proyectos realizados en grupos de dos o tres alumnos; cinco se corresponden con el nivel de primer curso y seis con segundo curso de Diseño de Producto.



Se puede decir que la experiencia ha sido satisfactoria en su globalidad. Todos los alumnos han concluido el proceso de resolución del reto guiados por la espiral de diseño biomimético. De los once proyectos, solo tres han trasladado las observaciones de la naturaleza de forma dudosa; aun habiendo trabajado la fase de biológizar y descubrir de forma correcta, se considera que la abstracción y emulación de dicha inspiración puede ser mejorada. Por tanto, ocho proyectos tienen propuestas validadas, que podrían continuar evolucionando en ciclos sucesivos de la espiral.

Cabe realizar algunas consideraciones a la hora de visualizar los resultados:

- Es una experiencia que se centra más en el aprendizaje de la metodología, no tanto en el producto final conseguido.
- El tiempo de desarrollo de la experiencia colaborativa ha sido breve. Como consecuencia, la resolución de los retos se ha quedado en un nivel conceptual, siendo conscientes que cada uno de los casos propuestos necesitaría más desarrollo para profundizar en la observación de la naturaleza y resolver cuestiones técnicas y tecnológicas.
- En general, debido al reto de diseño propuesto en cada caso, ha sido difícil concretar en una sola aplicación biomimética. Esto ha derivado en un incremento de la complejidad de los proyectos.

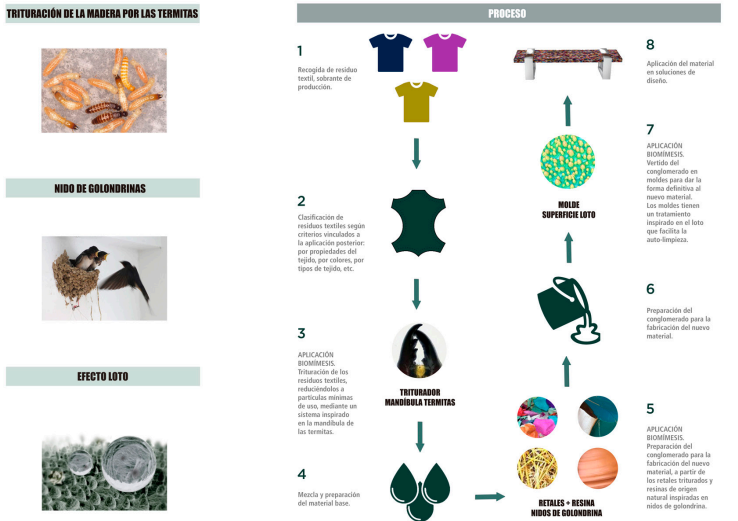


Figura 7. Proyecto “retail system”. Diseño de un sistema de aprovechamiento de residuos textiles para la creación de un nuevo material (Fuente: A.Gallardo, J.Santos y B.Virseda).

En la tabla 1 se presenta el resumen de resultados más interesantes desde el punto de vista de la biomimesis. Se indican las principales características del proyecto, la inspiración biomimética y los comentarios, a modo de feedback, que apoyarían a seguir desarrollando el proyecto hacia una solución sostenible. Se identifica cada comentario con la fase del proyecto a la que corresponde, descrita con anterioridad: Fase 1. Observación; Fase 2. Definir; Fase 3. Biológizar y Descubrir; Fase 4. Abstraer y Emular; y se utiliza la expresión ‘Profundidad en el Estudio’ (PE) para indicar sugerencias de mejora en una posible continuación del proyecto.

Al finalizar la experiencia interdisciplinar, se realizó una encuesta a los alumnos participantes con la intención de valorar su percepción sobre el desarrollo y aplicación de la biomimesis en el contexto del diseño de producto. De ella se destaca que el 94% ha considerado esta colaboración ‘muy útil’ para el desarrollo de su profesión y todos ellos manifiestan la intención de volver a aplicar la metodología en un futuro. Un 94% lo percibe como un incentivo para la búsqueda de soluciones sostenibles en sus futuros proyectos, considerando que ha tenido mayor incidencia en la ‘definición de retos y nuevos productos’ (93%), en la ‘búsqueda de la solución formal’ (81%) y en la ‘investigación de soluciones técnicas’ (70%). Por último, un 53% considera que la espiral de diseño biomimético es ‘fácil de aplicar’, mientras que el resto (47%) valora el apoyo recibido a través de la formación teórica inicial, del proceso colaborativo guiado y de la revisión de ejemplos existentes.

Conclusiones

Se consideran alcanzados los objetivos que se planteaban al comienzo de la experiencia, generando en los estudiantes un interés más consciente en la sostenibilidad y produciendo un acercamiento al mundo natural como elemento inspirador de retos actuales de diseño y soluciones sostenibles innovadoras.

Tabla 1. Resumen de los proyectos más interesantes desarrollados por los alumnos, desde el punto de vista de la biomímesis.

Proyecto	Inspiración	Principales Características	Comentarios sobre la inspiración en la naturaleza
Sala Pressend	Formas, colores	Campaña de concienciación e información sobre la percepción del tabaco en nuestra salud a través de los códigos de formas y colores presentes en la naturaleza.	(Fase 4) Aplicación abstracta de la biomímesis, interesante desde el punto de vista de la percepción de estímulos. (Fase 1) Utiliza formas puntiagudas presentes en la naturaleza como mecanismos de defensa/ataque (erizo, pez globo, etc.) y la relación de colores amarillo/negro (avispa) como señal de alerta.
Babybird	Mariquita, ligamento nucal en mamíferos, flor de loto, huesos de las aves, pez cofre.	Aplican principios de los diferentes organismos en el diseño de un sistema de transporte para bebés. La mariquita desde el punto de vista de la plegabilidad del elemento por los élitros, el ligamento nucal como sistema de amortiguación, la flor de loto por su nanoestructura autolimpiante, los huesos de las aves por su estructura óptima en el uso del material y el pez cofre por su estabilidad y movilidad.	(Fase 2). Este ejemplo se construye bajo un estudio amplio de diferentes características presentes en los organismos descritos. (Fase 1) La búsqueda de soluciones ha resultado de la correcta identificación de funciones y descubrimiento de estas en la naturaleza. (Fase 3) Se podría profundizar más para asegurar una perfecta plegabilidad, amortiguación y ligereza. (PE) El estudio de textiles impermeables sería un proyecto por sí mismo. (Fase 3) El aerodinamismo definido para este proyecto actúa más como un reto estético que como un desafío ambiental.
Retail system	Termita, golondrina, loto.	Creación de un sistema de reciclaje de materia textil a través de la integración de diferentes características presentes en sistemas naturales. Por un lado, las termitas se toman como inspiración para la degradación en pequeños fragmentos del producto y las golondrinas como ejemplo para crear un nuevo material a través de la aglomeración. Por otro lado, se incluye la característica autolimpiante de la estructura de la flor de loto en el producto final.	(Fase 4) Se han identificado muy bien las funciones a recrear. (PE) En este punto del proyecto pasaríamos a buscar su viabilidad. Quizá en un futuro podría desarrollarse como una aplicación de emulación del proceso de aprovechamiento de materiales presente en la naturaleza más que como un desarrollo de producto concreto.
MIC (Carrito)	Cochinilla de suelo.	El producto se basa en la cochinilla de suelo para la estructura de plegado de la caperuza de un carrito para bebés.	(Fase 3/4) El ejemplo escogido es correcto en cuanto estructura de plegado y protección momentánea por lo que la identificación de funciones e identificación de ejemplos han sido útiles. (PE) No queda claro si la aplicación final al diseño conlleva una mejora significativa con respecto a las características que actualmente ya tienen este tipo de productos. (PE) Sería también interesante realizar un mayor estudio de las necesidades de mercado para conocer si es útil o no está implementación.
Bimar	Oruga, mofeta	Paquete experimental de tabaco basado en la comunicación de la toxicidad del mismo. Para ello se basa en cómo la naturaleza repele a través de estímulos visuales y olfativos.	(Fase 4) Es correcta la asociación entre ciertos colores y olores y la toxicidad y el uso de los mismos como señal de alerta ante ciertos peligros. (Fase 3) Apuntar que estas señales no siempre conllevan un peligro real (como en el caso de la mofeta) pero son un mecanismo de defensa muy útil ante un peligro inminente. (PE) El producto final parecería diferenciado de un producto de venta al uso, pudiendo estudiarse su gran potencial como estímulo psicológico en programas de desintoxicación del tabaco.
CoboK	Tulipán, telaraña, hojas.	Estructura basada en la forma de paraboloides hiperbólica presente en la naturaleza para la captación de agua y en la telaraña para la filtración del mismo. Además, utiliza la forma de unión entre el tallo y los pétalos del tulipán para unir la parte inferior y superior de la estructura.	(Fase 1) Se diferencian varias partes. En primer lugar, ajustar la forma de paraboloides hiperbólica a la función de recoger agua constituye una buena aplicación del proceso de biomímesis. (Fase 4) Habría que profundizar en la unión del tulipán como mejora a actuales tecnologías de unión, y profundizar en el sistema. (Fase 3) En el caso de la telaraña, puede ser una forma eficiente de cubrir el espacio, añadiendo que, en un contexto de filtrar agua para su uso, existen multitud de organismos de los que tomar ejemplo (Mejillón, esponjas, etc.)

Varios aspectos podemos resaltar como conclusión de la experiencia colaborativa llevada a cabo.

- Ha existido una buena comunicación enseñanza-aprendizaje en los distintos contextos de comunicación, especialmente remarcar lo positivo de la enseñanza en el medio natural. La salida al jardín botánico resultó útil para el desarrollo de la capacidad de observación y la comprensión de conceptos como los patrones unificadores de la naturaleza.

- En cuanto a la metodología, se ha comprobado que la aplicación de la biomímesis como proceso de diseño mejora la capacidad de observación y ayuda a los estudiantes a desarrollar la creatividad en el diseño, enriqueciendo los procesos ya conocidos.

- Los resultados evidencian que para la consecución de resultados viables en la práctica, el proyecto requiere más tiempo de desarrollo en algunas de sus fases. Una de las mayores problemáticas en la consecución del proyecto fue la de definición de un reto de alcance preciso por parte de los alumnos/as.

- Destaca la colaboración interdisciplinar, que favorece el entendimiento y el encuentro exitoso de soluciones. El trabajo colaborativo generó interesantes debates grupales en el desarrollo de las propuestas para alcanzar la definición del proyecto de forma colectiva de todos los participantes implicados, en la experiencia y en cada equipo. Se han creado sinergias entre ambas disciplinas, encontrando una nueva aplicación a los conocimientos biológicos y una nueva fuente de inspiración en el entorno del diseño.

Para finalizar y a modo de reflexión final, se entiende esta experiencia como un avance en dos caminos que es preciso recorrer en este momento: Por un lado, la colaboración a la urgencia climática y la necesidad de abordar medidas de atención al cambio climático desde todas las instituciones. Por otro, la renovación de metodologías en estudios superiores, basadas en métodos de trabajo eminentemente prácticos, para definir el contacto y entendimiento del medio al que pertenecemos: la Naturaleza.

Referencias

Innovation Inspired by Nature. (s. f.). AskNature. Recuperado 19 de marzo de 2021, de <https://asknature.org/>

Baumeister, D., Tocke, R., Dwyer, J., Ritter, S. y Benyus, J. (2013). Biomimicry Resource Handbook: A Seed Bank of Knowledge and Best Practices. Missoula: Biomimicry 3.8.

Benyus, J. (1997). Biomímesis. Innovaciones inspiradas por la naturaleza. Barcelona: Tusquets.

Biomimicry Institute. Recuperado 19 de marzo de 2021, de <https://biomimicry.org/>

Biomimicry Institute (2017). Ask Nature. The biomimicry taxonomy. Recuperado 19 de marzo de 2021 de: <https://toolbox.biomimicry.org/wp-content/uploads/2017/03/Taxonomy_Explainer_2017diagram.pdf>

BIOMIMICRY INSTITUTE. Biomimicry toolbox. Recuperado de: <<https://toolbox.biomimicry.org/>> [Consulta: 19/03/2021]

BIOMIMICRY 3.8. (2015). Perspectivas de diseño. Recuperado 19 de marzo de 2021 de: <https://biomimicry.net/>

De pauw, I., Kandachar, P., Karana, E., Peck, D., & Weber, R. (2010). Nature inspired design: Strategies towards sustainability. ERSCP-EMSU Conference on Knowledge Collaboration & Learning for Sustainable Innovation, p. 1–21.

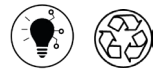
López Forniés, I., & Berges-Muro, L. (2014). Approach to biomimetic design. Learning and application. DYNA, 81(188), 181–190. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n188.41671> Rediseñando el mañana, Dir. Pedro Aguilera. Producciones Belino. 2021. Recuperado de <<https://youtu.be/zc1U74UCEW4>> [Consulta: 23/04/2021]

Rossin, K. J. (2010). Biomimicry: nature’s design process versus the designer’s process. Design and Nature V. Published. <https://doi.org/10.2495/dn100501>

Santulli, C., & Langella, C. (2010). Introducing students to bio-inspiration and biomimetic design: a workshop experience. International Journal of Technology and Design Education, 21(4), 471–485. <https://doi.org/10.1007/s10798-010-9132-6>

proyector 56

An industrial design journal



Nota Técnica | Note

Ecodiseño de una marquesina fotovoltaica para fomentar el uso de las energías renovables en empresas | Eco-design of a photovoltaic parking structure to promote the use of renewable energies in companies

Julia Bustillo Ergui¹, Cristina Alía García² y Alberto Sanchidrián Blázquez²

Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Diseño Industrial. Universidad Politécnica de Madrid. 28012 Madrid, España.

¹ Graduada en Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial por la Universidad Politécnica de Madrid (UPM). j.bustillo@alumnos.upm.es. ORCID: 0000-0002-1940-6292² Departamento de Ingeniería Mecánica, Química y Diseño Industrial. cristina.alia@upm.es. ORCID: 0000-0002-2618-0359;Recibido: 19 de marzo | Aceptado: 10 de mayo | Publicado: 29 de junio
DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i1.7>

Resumen

En 2020 cada vez son más las empresas que buscan fomentar los Objetivos de Desarrollo Sostenibles (ODS) en las políticas que implantan. Destaca la promoción del uso de energías renovables en varios artículos: objetivos número 7, 11 y 13, fundamentalmente. En este contexto se enmarca el mercado de la marquesina fotovoltaica que se plantea en este trabajo. El marketing de la misma se realizará a empresas cuyo interés sea proporcionar a sus empleados un lugar donde poder dejar sus vehículos cargando durante el día laboral, fomentando, además, la sostenibilidad de la propia empresa.

Todo el trabajo se encuadra bajo la metodología del ecodiseño. En este se escogen los materiales y se diseña la estructura para que aporten un valor añadido y reduzcan su impacto medioambiental. Se optimiza el proceso de instalación y montaje para facilitar el proceso de instalación de cara al futuro cliente y disminuir los costes ambientales de esta fase del ciclo de vida de la marquesina. Y por último se diseña un embalaje que permita la comercialización de la marquesina de forma eficaz y que contribuya a la facilidad de su instalación.

Finalmente se evalúan las decisiones tomadas durante el proceso de diseño en función del impacto que han tenido sobre el producto final, principalmente desde un punto de vista económico, medioambiental y de valor añadido.

Palabras clave: Ingeniería de Diseño, Ecodiseño, Renovable, Diseño Estratégico, Energía solar, Sostenibilidad

Abstract

In 2020, an increasing number of companies are seeking to promote the Sustainable Development Goals (SDGs) in the policies they implement. In this sense, the promotion of the use of renewable energies stands out in several articles: SDGs number 7, 11 and 13, fundamentally. This is the context in which the market for the photovoltaic parking structure proposed in this article is framed. It will be marketed to companies whose interest is to provide their employees with a place where they can leave their vehicles charging during the working day, while promoting the sustainability of the company itself.

The whole project is framed under the ecodesign methodology. Materials are chosen and the structure is designed to provide added value and reduce its environmental impact. The installation and assembly process is optimized to facilitate the installation process for the future client and to reduce the environmental costs of this phase of the structure's life cycle. Finally, packaging is designed to allow the structure to be marketed efficiently and to contribute to the ease of installation.

Finally, the decisions taken during the design process are evaluated in terms of the impact they have had on the final product, mainly from an economic, environmental and added value point of view.

Key words: Engineering Design, Ecodesign, Renewable, Strategic Design, Solar Energy, Sustainability

Introducción

Con el propósito de fomentar los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en las políticas de empresa, las marquesinas fotovoltaicas representan un producto que promocionan estas prácticas: ODS7 (Energía Asequible y No Contaminante), ODS11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) y ODS13 (Acción por el Clima) (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - Objetivos por el Desarrollo Sostenible, s.f.). Una marquesina fotovoltaica consiste en una estructura generalmente mecánica que protege a uno o más vehículos de las inclemencias del tiempo y, además, posee paneles solares en su cubierta para producir energía. Esta energía puede usarse para cargar los vehículos o ser usada como consumo habitual.

La mayoría de las marquesinas fotovoltaicas que se encuentran en el mercado siguen el mismo patrón; son aparatosas, requieren medios de montaje profesionales (andamios, grúas...) y están principalmente diseñadas para satisfacer al mercado empresarial. Se

busca optimizar el diseño de la marquesina fotovoltaica tanto para el particular como para la empresa, adoptando la metodología del ecodiseño. El precio de mercado de una marquesina para dos vehículos oscila entre los 7.270€ (5,5 kW, (Fusion Energía Solar, 2021)) a los 13.759,64€ (3,7kW, (Solarmat, 2021)), sin incluir montaje ni instalación. Además, se suma el esfuerzo que supone embarcarse en una obra de semejante calibre (Peña, 2016).

Una vez definidos los posibles aspectos de mejora se establecen 3 objetivos clave:

1. Elección de la materia prima que permita una mejor integración y una reducción el coste de fabricación y distribución de la marquesina además de su impacto medioambiental, y permita aportar un valor añadido.

2. Optimización del proceso de instalación y montaje de la estructura para evitar costes medioambientales innecesarios, además de reducir las molestias ocasionadas al cliente.

3. Diseño de un embalaje que permita la comercialización de la marquesina de forma eficaz, disminuyendo el impacto de su transporte y facilitando el montaje.

El diseño de la marquesina fotovoltaica se encuadra bajo la metodología del ecodiseño. “El ecodiseño, también conocido como diseño para el medio ambiente, es una metodología que considera la variable ambiental como un criterio más en el proceso de diseño de productos industriales, sumándose así a otros factores previos como los costes económicos o la calidad” (ihobe, 2021). Esta metodología busca reducir el impacto medioambiental de la marquesina en todas las fases de su vida útil, desde el diseño hasta la comercialización, pasando por la producción, transporte y montaje.

Metodología

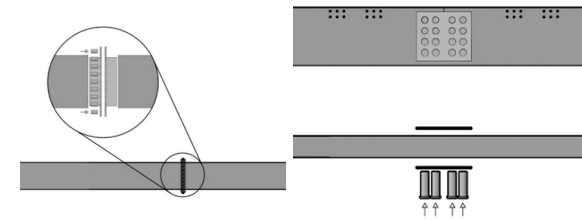
Se parte de una estructura de perfiles normalizados de acero, que tiene cabida para 2 vehículos y que sostiene 15 módulos solares de 2 m² cada uno. Este tipo de estructuras pueden encontrarse ya en el mercado pero tienen un amplio rango de mejora. El primer cambio propuesto es sustituir el acero por aluminio.

Los perfiles de aluminio tienen múltiples ventajas sobre los perfiles tradicionales de acero, como su menor densidad (lo que facilita su transporte y montaje), su facilidad de reciclaje o su larga vida útil (Diferencias entre el aluminio y el acero, 2021).

Como parte del proyecto se rediseña la tipología de la marquesina. Se opta por reducir el ángulo de la cubierta de 20° (valor más cercano a la inclinación idónea en la provincia de Madrid) a 10°. Por otro lado optimiza la estructura, evitando el uso de perfiles auxiliares de fijación para la instalación solar, y en su lugar se sitúan las correas a una distancia entre si específica que permite la fijación de los módulos solares directamente a los perfiles preexistentes.

Por último, para facilitar el transporte se dividen los perfiles en dos piezas, de modo que la longitud máxima del mayor de ellos es de 2,92 m (para el caso de la viga principal). Estas partes se vuelven a unir en el proceso de montaje. En la Figura 1 se pueden ver algunos ejemplos de las uniones diseñadas para el nexo en el centro de estas vigas.

Figura 1. Unión central en el pilar de mayor longitud (a) y unión central de la viga principal (b)



Resultados

El estudio estructural con perfiles de aluminio demuestra que los perfiles necesarios dados los esfuerzos que recibe la estructura son relativamente pequeños. Gracias a esto la estructura puede resolverse usando perfiles huecos rectangulares de aluminio, que mecánicamente no trabajan tan bien a flexión como los perfiles normalizados de acero (IPE, HEB...). Estos cambios pueden verse desglosados en la Tabla 1 a continuación, que compara los perfiles usados en una estructura de perfiles normalizados de acero de 20° de ángulo de cubierta con una estructura de perfiles rectangulares huecos de aluminio de 10° de ángulo de cubierta.

Tabla 1: Comparativa estructural de los perfiles de acero y aluminio

Se observa que el precio de la estructura de aluminio desciende un 14% y el peso un 47% respecto a la estructura de acero. La disminución del peso es correlativa con la disminución de los gases de efecto invernadero generados durante el transporte, obteniéndose un beneficio medioambiental.

El cambio en el ángulo de la cubierta supone una disminución de la producción solar del 3,2%, pero favorablemente reduce los efectos del viento del 26%, permitiendo el uso de perfiles de menor dimensión y reduciendo el peso total de la estructura y el volumen de la cimentación en un 30%.

El uso de perfiles rectangulares huecos facilita las uniones entre las diferentes vigas y pilares. Como parte del objetivo de optimización de la instalación y montaje de la estructura, ésta se diseña de forma que se pueda plegar sobre plano y elevar manualmente mediante la ayuda de un “tractel”. Para poder ir desplegando la estructura es necesario que los perfiles que forman los pilares y la viga que recibe las correas, puedan girar relativamente entre sí. Este giro se facilita usando perfiles rectangulares huecos, ya que solo es necesario añadir una pieza auxiliar de giro y mecanizar uno de los perfiles para permitir el giro relativo entre sí. Un ejemplo de este tipo de unión se puede ver en la Figura 2.

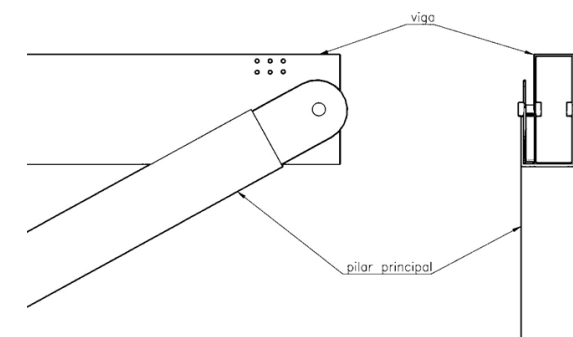


Figura 2. Unión entre la viga principal y uno de los pilares

La sencillez de la unión optimiza tanto el tiempo de montaje como el de los traslados de montadores. Generando un importante beneficio tanto económico como ambiental. Este cambio permite el montaje al propio cliente sin necesidad de grandes medios auxiliares, ni conocimientos técnicos.

El diseño de un embalaje que facilite el transporte y la comercialización de la marquesina es un aspecto clave para reducir emisiones. El dividir los perfiles en dos piezas se consigue un embalaje manejable

(88cm x 122cm x 304cm) y cada perfil puede ser manipulado entre dos personas. El embalaje está diseñado para transportar dos estructuras simultáneamente en un furgón de carga ligera, reduciendo el impacto negativo del transporte a la mitad. Los tres montadores necesarios para montar la estructura se desplazan en el vehículo.

En la Figura 3 puede verse como se embalan las dos estructuras en cajas de madera sobre un palet europeo, que se depositan en la zona de carga del furgón. Adicionalmente se cargan los paneles solares necesarios para cada instalación. Optimizando de esta manera el transporte de la marquesina al completo.

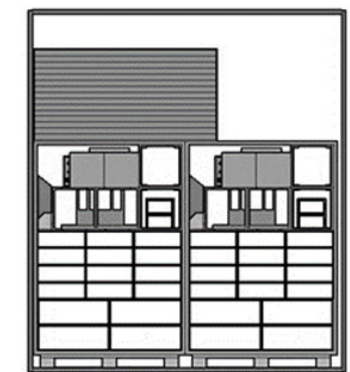


Figura 3. Embalaje de dos estructuras en caja de madera sobre palet europeo

La estructura final es sencilla, de líneas limpias y con un fuerte componente estético, lo que ayuda a diferenciarse en un mercado en el que ya existen las marquesinas fotovoltaicas. Por otro lado, el concepto modular facilita la integración de esta estructura, ya que permite comercializar la misma estructura para el cliente individual y el empresarial, pudiendo decidir este último el número de módulos que desea, así como permitir futuras extensiones.

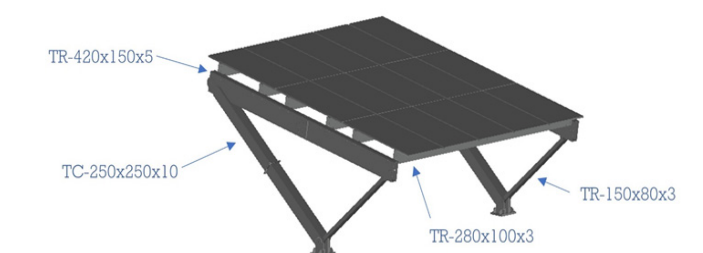
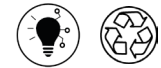


Figura 4. Estructura final de la marquesina fotovoltaica



Conclusiones

Los resultados obtenidos durante el proceso son positivos en todos los aspectos. Se logra disminuir el impacto medioambiental de la estructura y se consigue una reducción de los costes generales de la marquesina. La larga vida útil de la estructura de aluminio, gracias a su resistencia a la corrosión, frente a la de los paneles solares, 25 años, conlleva la posibilidad de sustituir los paneles solares una vez se acabe su vida útil. Una vez se llegue al fin de esa vida útil, la estructura de aluminio es fácil de desmontar, al ser todas sus uniones atornilladas. De ese modo se facilita el reciclaje de las diferentes partes de la estructura ya que al reciclar aluminio se ahorra el 95% de la energía que sería necesario para extraerlo desde el mineral. Otro beneficio añadido de realizar la estructura en aluminio es que este material es resistente a la corrosión, lo que facilita el mantenimiento de la estructura al no requerir una imprimación de pintura, suponiendo un beneficio tanto a nivel práctico como medioambiental.

Instalar una marquesina solar en una empresa fomentaría y ayudaría a los empleados a tener un vehículo eléctrico sin aumentar su consumo energético. Es más, el excedente producido podría ser aprovechado por la red de la empresa. A un particular le permite proteger su vehículo y, paralelamente, generar electricidad para su hogar.

En conclusión, los impactos sociales y medioambientales de este proyecto son positivos, ya que gracias a esta marquesina se fomenta el uso de vehículos eléctricos y se aumenta la cantidad de energía renovable que se produce. La instalación de la marquesina supone un ahorro económico para el consumidor a medio y largo plazo.

Referencias

Diferencias entre el aluminio y el acero. (Febrero de 2021). (Perfiles de Aluminio. Net) Recuperado el 10 de 2020, de <https://perfilesdealuminio.net/articulo/diferencias-entre-el-aluminio-y-el-acero/21>

Fusion Energía Solar. (Marzo de 2021). Recuperado el 21 de 09 de 2020, de <https://fusionenergiasolar.es/kits-solares-baratos/466-kit-solar-con-marquesina-para-recarga-de-2-coches-electricos-4kw.html>

ihobe. (03 de 2021). Obtenido de <https://www.ihobe.eus/ecodiseno>

Peña, G. M. (26 de Septiembre de 2016). Houzz. Obtenido de <https://www.houzz.es/revista/es-posible-convivir-con-una-obra-en-casa-stsetivw-vs~72638080>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo - Objetivos por el Desarrollo Sostenible. (s.f). (Naciones Unidas) Recuperado el 10 de 2020, de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Solarmat. (Marzo de 2021). Obtenido de <https://solarmat.es/es/marquesinas-solares/marquesina-solar-monoposte-pvs-2-plazas-trifasica.html>

Contribución de autores.

Conceptualización, J.B.-E., C.A.G. y A.S.B.; metodología, J.B.-E.; software, J.B.-E. y A.S.B.; validación, J.B.-E. y A.S.B.; análisis formal, J.B.-E.; investigación, J.B.-E.; redacción documento original, J.B.-E.; revisión y edición, J.B.-E., C.A.G. y A.S.B.; supervisión, C.A.G. y A.S.B. Todos los autores han leído y están de acuerdo en publicar esta versión del manuscrito.

Fuente de financiación.

Este trabajo no ha recibido financiación alguna

Revisión | Review

Revisión de los nuevos planteamientos de diseño para conseguir estrategias de Zero Waste | Review of new design approaches to achieve Zero Waste strategies

Marta Gómez-Martínez

Ricard Vila Studio, Baixada del Calot 3-7, Igualada
design.martagomez@gmail.com

Recibido: 19 de marzo | Aceptado: 18 de mayo | Publicado: 29 de junio

DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i1.2>

Resumen

Desde el último tercio del siglo XX se ha generado una conciencia social en torno al desarrollo sostenible que se ha visto reflejado por medio de los diferentes pactos, acuerdos y normas que fomentan la economía circular. Con los nuevos planteamientos en las estrategias de diseño hacia el Zero Waste, se pueden alcanzar soluciones respetuosas con el medio ambiente que no sólo cumplan los diferentes objetivos nacionales e internacionales propuestos por la ONU, sino que permitan una evolución social haciendo uso de los recursos actuales reduciendo la huella de carbono, el impacto ambiental y la utilización de recursos limitados, entre otros

Analizando a diversos autores, se definen los principales términos para llevar a cabo el objetivo de esta revisión, junto con el estudio de la comparativa de los diferentes modelos y filosofías antecesores que ejercen de premisa a la economía circular, el Zero Waste y el desarrollo sostenible. Estudiando los indicadores mencionados de las diferentes fases que conforman el proceso conceptual y de fabricación, y junto con la distribución del propio producto hasta el final de su vida, se examinan, las diferentes estrategias usadas actualmente en el sector

El uso de las nuevas tecnologías, la investigación de los nuevos materiales experimentales y las innovaciones en el campo del diseño prometen un nuevo concepto de producto y estilo de vida eco-sostenible que permite reducir e incluso eliminar tanto el impacto ambiental como la huella de carbono.

Reciclando, reutilizando y reacondicionando se puede lograr acabar con los despilfarros y desechos, reduciendo así la fabricación de nuevos productos, alcanzando una producción óptima que no ponga en peligro el futuro de la humanidad apostando por un producto local, de cercanía y sostenible.

Palabras clave: Diseño Industrial, Diseño de Producto, Ingeniería de diseño, Ciencia del Diseño, Sostenibilidad, Cero desperdicios.

Abstract

Since the last third of the twentieth century, a social awareness has been generated around sustainable development that has been reflected through the various pacts, agreements and

standards that promote the circular economy. With the new approaches in the design strategies towards Zero Waste, environmentally friendly solutions can be achieved that not only meet the different national and international objectives proposed by the UN, but also allow a social evolution by making use of current resources, reducing the carbon footprint, environmental impact and the use of limited resources, among other things.

Analyzing various authors, the main terms are defined to carry out the objective of this review, along with the study of the comparative of the different models and philosophies predecessors that exercise as a premise to the circular economy, Zero Waste and sustainable development. Studying the mentioned indicators of the different phases that make up the conceptual and manufacturing process, and together with the distribution of the product itself until the end of its life, the different strategies currently used in the sector are examined.

The use of new technologies, research into new experimental materials and innovations in the field of design promise a new concept of eco-sustainable products and lifestyles that can reduce and even eliminate both the environmental impact and the carbon footprint.

By recycling, reusing and reconditioning, it is possible to put an end to wastage and waste, thus reducing the manufacture of new products, reaching an optimal production that does not endanger the future of humanity by betting on a local, local and sustainable product.

Key words: Industrial Design, Product Design, Engineering Design, Science of Design, Sustainability, Zero Waste.

Introducción

En las últimas décadas se ha experimentado un notorio incremento en la preocupación por la procedencia, la utilidad y el posterior desecho de los productos. Tanto en lo concerniente al proceso de producción como en lo relacionado a los desperdicios, el packaging y la energía necesaria para su fabricación. De hecho, “la búsqueda de la innovación reorientada hacia la sostenibilidad se está volviendo primordial” según indica Asencio (2020). En este contexto, la huella de carbono supone un indicador sumamente sensible que permite medir las consecuencias del cambio climático profundizando en el conocimiento de los gases invernaderos como exponen Schneider y Samaniego (2009).

Los diferentes informes del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) desde comienzos de milenio han advertido a la población del riesgo mundial en el que esta se encontraba si se continuaba manteniendo el nivel de sobreexplotación de los recursos de los que se dispone, como hace referencia Terradas (2009).

Siguiendo con la línea que expone Terradas (2009), las estimaciones del IPCC estaban siendo desbordadas según Global Carbon Project, el aumento del CO₂ en la atmósfera siguió una tendencia más rápida entre el 2000 y 2008, que la peor hipótesis de todas las utilizadas por el IPCC. De esta forma, Terradas subraya la importancia del desarrollo sostenible como el futuro del consumo de los recursos.

Este proceso de concienciación por el desarrollo sostenible viene precedido por importantes negociaciones, tratados y acuerdos surgidos a finales del siglo XX. En concreto, con la Ronda de Uruguay, octava ronda de las negociaciones realizadas en el marco del Acuerdo General sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), se desencadena la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro en 1992, como hace mención la Organización Mundial del Comercio (WTO); en la que se trata el Medio Ambiente y el Desarrollo Sostenible.

Este importante impacto en la sociedad ha generado como resultado, a nivel

internacional, la creación de un conjunto de normas que cubran los aspectos de cómo establecer un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) efectivo, la misma es la ISO 14000. Este conjunto de normas tiene su origen en la ISO, una organización internacional no gubernamental independiente que cuenta con 165 organismos nacionales para la normalización que, desde 1946, reúne a expertos para compartir conocimientos y desarrollar Normas Internacionales voluntarias, consensuadas y relevantes para el mercado. Estas, respaldan la innovación y brindan soluciones a los desafíos globales (International Organization for Standardization [ISO], s.f.).

El descubrimiento del plástico a principios del siglo XX ha modificado los hábitos de consumo y, por consiguiente, ha escalado la producción del mismo sin que esta considere el ciclo de vida, sin tener en cuenta los daños y la consecuente problemática en la que actualmente se encuentra tanto la humanidad como el futuro del planeta: la escasez de recursos y el aumento significativo de las emisiones de CO₂. Esta problemática que ha surgido a partir del despilfarro de recursos y consumo desmesurado de recursos no renovables, se puede trasladar a los diferentes sectores que hacen referencia a la fabricación de productos.

Según el Profesor Betts del Observatorio Mauna Loa en Hawái, el incremento de CO₂ en la atmósfera, ocasionado por los humanos, se está acelerando, por lo que restituir y frenar esta tendencia obligará la reducción de las emisiones globales a cero (Citado en Madge, 2021).

Partiendo la revisión desde una visión globalizada, se proyectan los envases como muestra generalizada de la actualidad en las últimas décadas: un aumento de la producción desmedida, sin plantear la posibilidad de una alternativa transversal al derroche de materiales. Debido a esto cada vez se producen más envases innecesarios cuya inapropiada consecuencia es agravar la complicada situación medioambiental existente.

La materia prima no es únicamente el principal foco de atención en este estudio sobre las estrategias de ecodiseño. El uso de la electricidad, agua y emisiones en la fabricación, así como el transporte de dichos productos junto con el despilfarro y desechos aumentan la huella de carbono.

Por su parte, el objetivo principal de un buen diseño es estudiar estas características para reducir o conseguir Zero Waste como hacen referencia J.M. Simon, J. McQuibban y P. Condamine (2020).

Abordando la materia desde la investigación en el campo de los materiales se apuesta por el uso de la innovación y la tecnología para tratar esta problemática, dando lugar no sólo a productos ecoeficientes sino soluciones innovadoras en el ámbito del diseño y materiales como señala la World Design Organization [WDO] (2020).

Para continuar con el desarrollo de esta revisión, se establecen tres objetivos principales involucrados. En primer lugar, el estudio de los modelos tradicionales vs. nuevos modelos de diseño en referencia a la economía circular y Zero Waste. En segundo lugar, el análisis de los puntos favorables de los nuevos modelos planteados. Por último, se propone una nueva hipótesis sobre el futuro en las estrategias de ecodiseño.

La importancia del problema desarrollado en esta revisión, descrito anteriormente, plantea el futuro del diseño en la actualidad para ser capaces de gestionar los recursos existentes, así como la disminución de emisiones y desechos perjudiciales tanto para el planeta como a nivel celular.

La motivación a realizar dicho trabajo se encuentra secuenciada por el mal uso y explotación de recursos que viene haciéndose desde el inicio de la industrialización cayendo en errores que deben evitarse. Mediante un aprendizaje en los métodos de conceptualización, desarrollo, fabricación, distribución, mantenimiento y final de vida se puede llegar a una óptima economía circular.

El presente trabajo se constituye de diferentes secciones. En primer lugar, se establece una metodología de revisión a partir de la explicación de la metodología usada para llevar a cabo dicha revisión. A continuación, se presenta el desarrollo del objetivo exponiendo los puntos subyacentes del tema principal del objetivo principal contrastando las diferentes perspectivas y cuestiones. Una vez expuestos, se presentan los resultados y la discusión, a partir de la formulación de los resultados de los diferentes puntos de vistas expuestos y el análisis de los resultados, respectivamente. Para finalizar, se establecen las principales conclusiones y la resolución objetiva del análisis de los resultados y la discusión.

Metodología de revisión

Para desarrollar la temática abordada en esta revisión se tendrá en cuenta la metodología bibliográfica definida en los siguientes puntos presentada por el autor:

Fuentes, criterios de selección y límites.

Las fuentes consultadas se encuentran definidas a continuación:

- Artículos de revista en papel
- Artículos de revista electrónica
- Artículos de periódico
- Comunicación en congresos
- Datos de investigación
- Legislación
- Libros o capítulos de libros en papel
- Libros o capítulos de libros electrónicos
- Páginas web referentes en el sector
- Tesis doctorales electrónica

- Los criterios de selección elegidos son (1) la relevancia y la calidad de la fuente, (2) la calidad científica a través de diferentes aspectos (título y autor/es, resumen y resultados), (3) la validez metodológica para dicha revisión, y (4) la credibilidad.

Se estudiarán aquellas fuentes descritas con anterioridad comprendidas entre los años 2001 y 2021.

Desarrollo del objetivo

El Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo contribuyó en 2015 a proteger el planeta entre otros objetivos de los llamados Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que adoptaron todos los Estados Miembros de las Naciones Unidas.

Para alcanzar las estrategias de Zero Waste y conseguir una efectiva economía circular, los Objetivos 9 y 12 de los ODS poseen una gran repercusión en esta área como menciona el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (s.f):

El objetivo 9 centrado en la industria, innovación e infraestructura determina la necesidad de los avances tecnológicos para encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, y el fomento de la eficiencia energética. Así como otros modelos para facilitar el desarrollo sostenible a través de industrias sostenibles.

El objetivo 12 orientado en la producción y consumo responsable menciona que: “Para lograr crecimiento económico y desarrollo sostenible, es urgente reducir la huella ecológica mediante un cambio en los métodos de producción y consumo de bienes y recursos. (...) La gestión eficiente de los recursos naturales compartidos y la forma en que se eliminan los desechos tóxicos y los contaminantes son vitales para lograr este objetivo. También es importante instar a las industrias, los negocios y los consumidores a reciclar y reducir los desechos (...)”.

Cada vez más son los que apuestan por la estrategia Zero Waste, no sólo en el área del diseño y la fabricación. A nivel mundial se ha generado un pensamiento colectivo acerca de las diferentes oportunidades que puede ofrecer la reutilización y el reciclaje, desde un entorno la escala doméstica en el que una persona reutiliza botellas de vidrio hasta a nivel corporativo en el que cada vez son más las empresas que se dedican a dar una función a los desperdicios que otros no

utilizan como indica Daigneau (2017).

Citando a García (2020): “el concepto Zero Waste, o Cero Residuos (...) se refiere a la práctica que pretende generar el mínimo residuo posible, refiriéndose, refiriéndonos con residuo a cualquier desecho que no sea reutilizable, compostable o reciclable. Este término nació en los años setenta y resurgió con fuerza a principios de este milenio”

Para proseguir con el estudio en el ámbito de las estrategias para alcanzar la economía circular es necesario definir los siguientes términos que comprenden los campos de investigación de esta revisión: huella ecológica, huella de carbono y ecodiseño.

- Huella ecológica

La huella ecológica, como mencionan Schneider y Samaniego (2009): evalúan la cantidad de agua y tierra biológicamente imprescindible para obtener los recursos necesarios que un individuo o población precisa para su consumo y para absorber sus residuos, empleando la tecnología existente y prácticas de gestión de recursos.

- Huella de carbono

La huella de carbono mide el impacto producido por las actividades individuales, colectivas, eventuales y de los productos, de todos los gases de efecto invernadero en el medio ambiente. Es decir, expone la cantidad en toneladas o kilos de dióxido de carbono equivalente de gases de efecto invernadero, generados a partir de la quema de combustibles fósiles para la producción de energía, calefacción y transporte entre otros procesos, producida en el día a día. (Schneider y Samaniego, 2009)

- Ecodiseño

El ecodiseño es el conjunto de acciones enfocadas a la mejora medioambiental de un producto desde la etapa inicial de diseño, a través del perfeccionamiento de la función desempeñada, la elección de materiales menos impactantes para su fabricación, el uso de procesos de mínimo impacto ambiental, la mejora en el transporte y en el uso del producto, y la disminución de

los impactos en la distribución final del producto” (Aranda y Zabalza, 2010)

Como mencionan Schneider y Samaniego la huella de carbono individual está conformada por la huella de carbono primaria y secundaria que hacen referencia respectivamente a la medida de emisiones directas de CO2 a partir de combustibles fósiles y a la medida de emisiones indirectas de CO2 de todo el ciclo de vida de los productos que consumimos, es decir las emisiones de CO2 de los procesos productivos de los bienes y servicios.

Aludiendo a González, Gilberto y Vargas-Hernández (2017), en la Economía Lineal, las empresas siguen un modelo de producción y consumo, desde hace más de 150 años de evolución industrial, donde se dedican exclusivamente a extraer los recursos naturales del medio ambiente para obtener productos de consumo y que al final de su ciclo de vida, estos productos son desechados transformándose en desperdicios que no vuelven a ser reutilizados.

Todo esto se traduce en una contaminación de ecosistemas y un deterioro y sobreexplotación de los recursos naturales.

Anteriormente a la Cumbre de Río de Janeiro (Brasil) de 1992 que constituyó el inicio hacia el desarrollo sostenible se plantean diferentes alternativas a la Economía Lineal establecidas en la Tabla 1 (González, Gilberto y Vargas-Hernández, 2017):

Enfocando el estudio en diferentes perspectivas se comienza desde las diferentes partes que conforman el proceso del diseño y la fabricación aludiendo a la Rueda de la Sostenibilidad de Clocowen (Contreras, Owen, Cloquel, Cloquel y Segundo, 2012). Las partes que se estudiarán a continuación se basarán en el desarrollo de los nuevos conceptos de materialización, la selección de materiales de bajo impacto y reducción del uso de materiales, posteriormente, se desarrollará la selección de materiales de bajo impacto y reducción del uso de materiales,

Tabla 1. Precursores de la Economía Circular.
Fuente: González, Gilberto y Vargas-Hernández (2017)

Modelo o filosofía	Autor(es) y año	Características
Permacultura	Mollinson y Holmgren, finales de los años 70's	Diseño consciente y mantenedor de ecosistemas agrícolas productivos. Aplicó e integró ideas y conceptos de innovaciones modernas de la agricultura orgánica y de la agricultura tradicional
Ecología industrial	Frosch, R.A. y Gallopoulos, N.E. 1989	Contribuyó a la consecución del desarrollo sostenible. Se conoce como la ciencia de la sostenibilidad por su carácter interdisciplinario y porque sus principios se pueden aplicar también para los servicios.
The Natural Step	Robèrt, K. 1989	Organización implementada en una docena de países. El uso de recursos debe ser eficaz y coherente respecto a las necesidades humanas.
De la Cuna a la Cuna (C2C)	McDonough y Braungart, 90's	Clasificó los materiales en técnicos y biológicos. Se inspiró en la transformación de la biosfera como modelo para el desarrollo de la transformación del flujo de los procesos industriales, en la tecnosfera.
Diseño Regenerativo	Lyle, J.T. 1994	Determinó que cualquier sistema, partiendo de la agricultura, se puede organizar de forma regenerativa, emulando el funcionamiento de los ecosistemas, donde los productos se crean e interaccionan sin producir residuos.
Natural Capitalism	Lovins, L. H., Lovins, A. y Hawkens, P. 2007	Reconoció el capital natural y el capital humano, pasando de una economía de consumo a una de servicios y reinvertió los beneficios obtenidos en garantizar la conservación de los recursos naturales.
Economía azul	Pauli, G. 2011	Se inspiró en la tierra, con puntos en común con los modelos C2C y la Biomímesis. Rechazó la actitud elitista de la economía verde que ofreció productos ecológicos que preservaron el medioambiente pero sólo accesibles a una élite con alto poder adquisitivo y poco sostenible.
Biomímesis	Benyus, J. 2012	Tomó como base los mecanismos artificiales, sintetizó los procesos naturales resolviendo de este modo problemas humanos. Se basó en tres principios: La naturaleza como modelo La naturaleza como medida La naturaleza como mentor

seguidamente, el estudio se centrará en la optimización de las técnicas de producción y en la optimización de los sistemas de distribución, dando paso a la reducción del impacto ambiental durante el uso y la optimización de la vida del producto, finalizando con la optimización del fin de vida del sistema.

1. Desarrollo de nuevos conceptos de materialización
Para alcanzar una economía circular a través de Zero Waste, no hay que considerar únicamente las fases tardías del desarrollo

de productos. Este proceso se aborda desde el comienzo de la conceptualización para nuevos diseños o rediseños de productos que pueden prosperar hacia una economía más sostenible.

Conseguir Zero Waste se puede alcanzar por medio de las innovaciones para una economía circular. Esto se puede lograr desde el inicio de dicho proceso, a través de la conceptualización de productos y/o envases mediante un único material, optimizando tanto el diseño y el tamaño del producto. Desarrollar la integración de

todas o la mayoría de las funciones, si fuese posible, puede producir la minimización de materiales y técnicas de producción (Contreras et al., 2012). Ejemplo de esta unificación de funciones es el incremento actual en la combinación de envase y producto en el que gran parte del sector del packaging se encuentra enfocado, investigando y estudiando las diferentes posibilidades hacia un resultado más óptimo, limpio y respetuoso con el medio ambiente.

En el Innovent 2017 (Banks, M., 2017) celebrado en Budapest junto con el European Institute of Innovation and Technology, destacó dentro de este campo la Start up londinense Skipping Rocks Lab, desde su premisa: “no recicles el packaging del agua, simplemente cómetelo” (Montes, 2017) cuya idea transgresora define una nueva forma de envasar el agua al reemplazar los envases convencionales por una membrana contenedora obtenida a partir de la esterificación del agua, este proceso (usado habitualmente en la cocina molecular) se aplica en este caso construyendo un contenedor a partir de algas, cloro y calcio capaz de contener 50 ml de agua, en el que esta se encuentra en forma de burbuja desechando la idea de botella.

No obstante, desde este planteamiento se generan una serie de problemáticas en el campo de la alimentación, entre las que se encuentran la manera de transportar y el cumplimiento de la normativa de salubridad en este tipo de productos como muestra la Figura 1 con alimentos a granel que disminuyen parcialmente el uso de packaging.

2. Selección de materiales de bajo impacto y reducción del uso de materiales

En los últimos años, se ha trasladado la innovación desde la gestión de residuos a la gestión de recursos, procesando de esta manera el cambio de mentalidad no sólo a nivel residual sino a la escasez en cuanto a materia prima en la que la humanidad se ve envuelta (J.M. Simon et al., 2020).



Figura 1.
Disminución parcial del uso de packaging a través de alimentos a granel. Fuente: Pexels.

Esto ha permitido un desarrollo en las diferentes concepciones existentes en referencia a la mejora y perfeccionamiento de los métodos de recuperación o creación de nuevos materiales.

Progresivamente, entre estos nuevos materiales se visualizan paulatinamente la incorporación de materiales experimentales realizados a base de desechos, restos alimentarios o desperdicios.

Remix El Barrio (2021), una propuesta de MATERFAD plantea un nuevo diseño con biomateriales, “en los últimos 30 años, la producción de plástico se ha incrementado en un 620%”. Remix El Barrio reivindica la necesidad de nuevos modelos y técnicas para innovar en cuando a lo que comúnmente se denominan “residuos”. A estos nuevos materiales se añaden las nuevas innovaciones en materiales biodegradables.

“En las últimas décadas se ha producido un notorio auge en la utilización de materiales poliméricos para un gran número de aplicaciones. El sector donde se ha observado una mayor implicación de estas nuevas técnicas ha sido el sector de los envases y embalajes.” (Giménez, Cabedo, Feijoo, Fukushima y Lagarón, 2008)

Los nanocompuestos biodegradables de polímeros o arcilla se introducen como una alternativa biosostenible a materiales convencionales, mayoritariamente presentes en el área de envase y embalaje

como exponen Giménez et al. (2008).

El proyecto SINSOST desarrollado por el Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (ITENE) se centra en la investigación de nuevos materiales biodegradables con multipropiedades como hace referencia la figura 2, conformando una alternativa sostenible para el sector del envase y el embalaje dirigiendo el foco del futuro a la economía sostenible.



Figura 1.
Disminución
parcial del uso
de packaging
a través de
alimentos a
granel. Fuente:
Pexels.

Financiado por el Institutito Valenciano de Competitividad Empresarial (IVACE), en el proyecto SINSOST se presentan dos objetivos: “mejorar las propiedades finales de los materiales basados en papel y cartón con nanorrefuerzos biodegradables de celulosa y, por otro, mejorar las propiedades finales de materiales basados en polímeros biodegradables aditivados con refuerzos nanoestructurados.” (Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística [ITENE], 2018).

Como menciona ITENE (2018), en esta primera estrategia en la investigación de nuevos materiales biodegradables, se ha tratado el desarrollo de las nuevas nanofibras de celulosa (MFC), conseguidas mediante los residuos de las industrias agroalimentarias (por medio de restos de plantas de tomate y serrín).

3. Optimización de las técnicas de producción

La producción de gases de efecto invernadero por encima de la capacidad de asimilación del planeta junto con las limitaciones ecológicas, el aumento de recursos agotados tanto naturales como

energéticos, así como la sobreexplotación junto con otros factores determinan una serie de situaciones insostenibles en la actualidad.

Se plantean unos objetivos donde la producción y el consumo sean responsables con las características descritas y se haga uso de una industria sostenible a través de la innovación e infraestructura disponible. Permitiendo, por tanto, un aumento en la responsabilidad social de las ciudades y comunidades para lograr dichos objetivos y alcanzar la sostenibilidad.

Para ello, se propone una evaluación de los parámetros que suponen una disminución hacia la sostenibilidad en la fabricación de los productos, a partir de una mejora de la aptitud en base a los diferentes enfoques encontrados en los procesos productivos.

Como señala Vergara (2018), evaluando el impacto ambiental se deducen las principales limitaciones de dichos procesos, por ello, se debe analizar a través de un informe de sostenibilidad, un modelo que reduzca dicho impacto hasta lograr un impacto nulo.

Realizando una evaluación mediante los siguientes indicadores, se puede lograr un desarrollo en cuanto a la producción para alcanzar una producción limpia, por ello es necesario estudiar los siguientes parámetros como se muestra en la Tabla 2 (Vergara, 2018):

Tabla 2. Indicadores en la optimización de las técnicas de producción. Fuente: Elaboración propia

Indicadores del Capital Ambiental	Indicadores del Capital Económico	Indicadores del Capital Social-Humano
-Energía renovable -Energía fósil -Recursos Naturales y Materiales y naturales -Calidad del agua, aire y tierra -Recursos hídricos	-Inversión en Infraestructura -Ingreso per cápita. Producción de bienes y servicios -Producción materia prima -Productos generados por PMP -Capital	-Demografía -Capacidad de consumo -Organización social -Satisfacción de necesidades y deseos

Estos indicadores de sostenibilidad como sostiene Vergara permiten identificar el potencial de desarrollo sostenible a nivel nacional al desarrollar productos industriales en el marco de la sostenibilidad de sus recursos.

En la fabricación de productos no sólo se destaca dicha producción en sí misma, sino que también debe incluirse la fabricación de maquinaria necesaria para llevar a cabo dichos procedimientos. Es por ello, que asumiendo un mayor número de maquinaria y de procesos se incrementa el impacto negativo para la producción de un único producto final.

Existe una preocupación, a nivel mundial, por el alto consumo de las energías fósiles, el cambio climático, el calentamiento global y las consecuencias tanto a corto como a largo plazo. Como se menciona anteriormente, la Unión Europea, así como la Organización de las Naciones Unidas han sentado las bases para la mejora de estos objetivos planteados.

4. Optimización de los sistemas de distribución

El consumo de productos locales y de proximidad disminuyen notoriamente el impacto ambiental, contribuyendo al bienestar medioambiental, a través del ahorro de transportes e intermediarios que suponen un aumento en la utilización de energía fósiles y la producción de gases invernaderos, eligiendo los métodos de transporte más limpio y asegurando la optimización del embalaje.

Para ello se requiere el desarrollo local de sistemas de recolección, almacenaje, procesado, y distribución, por producto como mencionan Balboa y Somonte (2014).

Tomorrow Machine es un ejemplo a seguir en esta área. Creada para repensar el negocio tradicional del envasado en la industria alimentaria, esta empresa sueca, a través de la combinación de innovación, tecnología, sostenibilidad y ciencia de los materiales, desarrollan el futuro del embalaje (Tomorrow Machine, s.f.).

Mediante la descomposición, disolución o materiales biodegradables, apuestan por un diseño más sostenible buscando sustitutos al plástico.

5. Reducción del impacto ambiental durante el uso

Diseñando el producto desde la primera etapa de conceptualización, se puede garantizar un uso del objeto correcto, consiguiendo una reducción del impacto ambiental a través del bajo o nulo consumo energético, sustituyendo las fuentes de energías para que éstas sean limpias o renovables, asimismo, reduciendo la cantidad de consumibles.

6. Optimización de la vida del producto

Conseguir que un producto sea duradero a lo largo del tiempo es otra de las técnicas que disminuyen el impacto.

Actualmente, en una gran cantidad de productos electrónicos se encuentra la conocida obsolescencia programada que genera millones toneladas de desechos electrónicos cada año, reduciendo deliberadamente la vida útil del producto, suponiendo un grave problema ambiental para el planeta. A través del sello ISSOP se certifica que las empresas respetan y priorizan la producción de bienes y servicios respetuosos con el medio ambiente (Acciona, s.f.)

De la misma manera, alcanzando una alta facilidad de mantenimiento y reparación se reduce la fabricación de nuevos productos, de esta forma, se atenúa el impacto ambiental. Además, permitiendo la sustitución de componentes se puede tener en cuenta la reutilización o reciclaje de éstos.

7. Optimización del fin de vida del sistema

Al llegar al fin de la vida útil del producto, se puede reutilizar, reciclar o reacondicionar para ello es necesario que el producto haya sido diseñado para estas diversas opciones y se hayan tenido en cuenta a lo largo del

proceso, consiguiendo así el llamado “Zero Waste”.

La separabilidad de las diferentes partes que conforman el producto es un factor clave decisivo en esta fase. Permitiendo la separación de los componentes se puede alcanzar la reparabilidad y/o recuperación del resto del producto o de las partes afectadas como hacen referencia Ezpeleta, Justel, Zubelzu, Bereau y Elizburu (2019) disminuyendo la generación de residuos y si fuera posible logrando la remanufacturación.

Por otro lado, es fundamental un cambio en la mentalidad de la población para que cuando el producto llegue a término de su vida útil pueda ser depositado en el lugar correcto para que lo comentado anteriormente se lleve a cabo.

Una planificación establecida previamente donde el uso de las diferentes estrategias nombradas anteriormente y la buena gestión de los recursos sean los puntos focales del proyecto pueden hacer posible el desarrollo sostenible hacia una economía circular consiguiendo productos Zero Waste.

Resultados

Recopilando los resultados obtenidos de las estrategias analizadas y estudiadas se elabora la Tabla 3:

No obstante, se puntualizan a continuación las diferentes posturas adoptadas en los sectores mencionados:

En primer lugar, los envases comestibles o biodegradables (1), seguido de la reutilización de restos alimentarios (2), continuando con la reingeniería de los procesos de producción (3) y finalizando con la reducción de envases de plásticos (4).

Discusión

Continuando con el objetivo principal de esta revisión, el estudio de las diferentes estrategias de diseño para conseguir productos Zero Waste, se observan

diferentes principios a lo largo del proceso tanto conceptual como proceso productivo en el que las empresas y ciudadanos pueden proporcionar un auge en el diseño sostenible.

Existe una correlación entre el pensamiento colectivo de la sociedad con respecto al diseño de bajo impacto ambiental y que dicho producto sea de producción limpia. Es decir, las empresas no invierten en investigación e innovación para alcanzar productos sostenibles si este pensamiento no conforma un pilar fundamental de la sociedad.

Para llevar a cabo este auge en el diseño sostenible y por tanto el consumo y uso sostenible se debe invertir hacia un desarrollo sostenible tanto local, nacional como internacional.

Es necesario un continuo aprendizaje, formación y análisis de las diferentes técnicas, investigaciones e innovaciones recientes en la actualidad para asegurar un completo desarrollo en la economía circular y despojar a los productos de las limitaciones sostenibles que perduran desde la Revolución Industrial. Desde el último tercio del siglo XX hasta la actualidad, se ha progresado en la investigación de filosofías y/o modelos de economía circular, que han aumentado la concienciación tanto a nivel individual como colectivo, de los recursos finitos de los que se disponen fomentando alternativas hacia un diseño de cero residuos.

A pesar de las diferentes confrontaciones de índice político o nacional de algunos países a lo largo de los años, se ha implementado un programa internacional para promover e impulsar el desarrollo sostenible que establece para el año 2030 una serie de objetivos.

Actualmente, tras los acontecimientos ocurridos durante el 2020, la pandemia COVID-19, se han visto afectados distintos sectores del diseño, especialmente, la extracción de recursos y materias primas que han provocado un retraso a escala internacional en la fabricación y distribución de componentes y productos.

Tabla 3. Resultados obtenidos de la revisión de estrategias sostenibles.
Fuente: Elaboración propia

Fase del Ciclo de Vida	Estrategias	Ejemplos
Desarrollo de nuevos conceptos de materialización	-Integración de funciones -Optimización funcional del producto	-Skipping Rocks Lab
Selección de materiales de bajo impacto y reducción del uso de materiales	-Uso de materiales limpios, renovables, de bajo contenido energético y reciclados	-Remix El Barrio -Nanocompuestos biodegradables de polímeros o arcilla -Proyecto SINSOS
Optimización de las técnicas de producción	-Uso de técnicas de producción alternativa -Reducción de las etapas del proceso productivo -Consumo de energía limpia -Reducción de residuos -Uso de menos consumibles o más limpios	-Indicadores de Vergara
Optimización de los sistemas de distribución	-Eliminación de embalaje -Embalaje menor, limpio y/o reutilizable -Modos de transporte y logística más eficientes energéticamente	-Tomorrow Machine
Reducción del impacto ambiental durante el uso	-Bajo consumo energético -Fuentes de energía limpias -Reducción de consumibles -Consumibles limpios	-Sello ISSOP
Optimización de la vida del producto	-Alta fiabilidad y durabilidad -Facilidad de mantenimiento y reparación -Producto modular o adaptable	
Optimización del fin de vida del sistema	-Favorecer la reutilización del producto completo -Refabricación o reacondicionamiento -Favorecer reciclaje	

Esta situación, puede generar un pensamiento sostenible hacia una reintroducción de materiales reciclados y componentes remanufacturados que disminuyan la extracción de recursos y el tiempo de fabricación. Así mismo, la distribución y producto local se favorecen de este pensamiento, reduciendo la huella de carbono en el área de transporte y logística.

Es necesario mencionar la importancia de los productos duraderos y sustituir los productos desechables por aquellos reutilizables y/o biodegradables que no supongan un incremento tanto en la huella ecológica como en la huella de carbono.

Desde un punto de vista económico o financiero, estos productos desarrollados

de forma sostenible hacia una economía circular deben ser rentables, como se ha mencionado anteriormente, esto se consigue por medio del cambio de mentalidad de la sociedad, añadiendo al criterio de selección en la elección de un producto, su impacto ambiental, priorizando el diseño sostenible.

Para finalizar, se debe tener en cuenta la distinta demografía que conforman las regiones a nivel social y económico, no permitiendo la discriminación en la elección del producto en base a su estatus económico o social.

Conclusiones

Las líneas de investigación de diversos autores coinciden con los principales fundamentos descritos en esta revisión,

sugiriendo del mismo modo, la problemática existente con el futuro del planeta, para lo que es imprescindible un cambio en la mentalidad global de la sociedad.

Durante décadas; sociedades, empresas y gobiernos han intentado contribuir a dicha modificación del estado medioambiental mundial, obteniendo como resultado de estos acuerdos, tratados y protocolos, una iniciativa social y gubernamental a largo plazo, pero con escasa repercusión positiva actual.

Invirtiendo un pequeño gesto en el proceso productivo, cada empresa y/o gobierno puede impulsar la economía circular y promover una sostenibilidad de acuerdo a las fases mencionadas anteriormente.

No obstante, es necesario razonar las implicaciones negativas que pueden suponer esta filosofía en cuanto a estilo de vida, higiene o herramientas necesarias para llevarse a cabo.

Concluyendo con lo expuesto en la Organización Mundial del Diseño (WDO, 2020), “hoy más que nunca nuestro papel es transformar el distanciamiento social en cohesión” en el que la economía circular representa un buen punto de partida para investigar en el sector del diseño actualmente, experimentando hacia un futuro sostenible a través de soluciones sencillas.

Referencias

Acciona (s.f.) Así es la lucha contra la obsolescencia programada. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://www.sostenibilidad.com/desarrollo-sostenible/asi-lucha-contra-obsolescencia-programada/>

Aranda, A. & Zabalza, I. (2010) Ecodiseño y análisis de ciclo de vida. Pressas Universitarias de Zaragoza (1ª ed.) Zaragoza, España.

Asencio, A. (2020) Nuevas estrategias de diseño para inspirar una vida sostenible. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://blogs.3ds.com/perspectives/new->

[design-strategies-to-inspire-sustainable-living/](#)

Balboa, C. H., & Somonte, M. D. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. Informador técnico, 78(1), 82-90.

Banks, M. (2017) INNOVEIT 2017: Shaping the future of EU innovation. The Parliament. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://www.theparliamentmagazine.eu/news/article/innoveit-2017-shaping-the-future-of-eu-innovation>

Contreras, W., Owen, M.E., Cloquell, V., Cloquell, V.A. & Segundo, A. (2012) La rueda de la sostenibilidad coclowen, una referencia sistémica e integradora para alcanzar productos industriales respetuosos con el medio ambiente. Universidad de Valencia, Valencia, España.

Daigneau, E. (2017) Two Environmental Buzzwords, Same Meaning? : “Zero waste” and “circular economy” are often used interchangeably. Recuperado en 2 de marzo de 2021, de <https://www.governing.com/archive/gov-zero-waste-circular-economy.html>

Ezpeleta Lascrain, I., Justel Lozano, D., Zubelzu Lacunza, J., Bereau Mutuberria, U., & Elizburu Oregi, A. (2019). Identificación de los aspectos clave de la economía circular para su inclusión en el diseño para el ciclo de vida.

García, D. (2020) Análisis del movimiento Zero Waste como método para el desarrollo sostenible y su posible aplicación en el sector hotelero en la isla de Tenerife. Universidad de La Laguna, Tenerife, España.

Giménez, E., Cabedo, L., Feijoo, J.L., Fukushima, K. & Lagarón, J.M. (2008) Nanocompuestos poliméricos biodegradables: nuevos materiales para el envasado alimentario. I Simposio Iberoamericano de Ingeniería de Residuos. Castellón, España.

González Ordaz, Gilberto Israel, & Vargas-Hernández, José G.. (2017). La economía circular como factor de la responsabilidad social. Economía Coyuntural, 2(3), 105-130. Recuperado en 25 de abril de 2021, de http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_

[arttext&pid=S2415-06222017000300004&lng=es&tlng=es.](#)

International Organization for Standardization (s.f.) ISO: About Us. Recuperado en 19 de mayo de 2021, de <https://www.iso.org/about-us.html>

Instituto Tecnológico del Embalaje, Transporte y Logística (2018) Materiales biodegradables para envase: una alternativa sostenible en la que ITENE profundiza con SINSOST. Recuperado en 23 de mayo de 2021, de <https://www.itene.com/sala-de-prensa/notas-de-prensa/i/12627/60/materiales-biodegradables-para-envase-una-alternativa-sostenible-en-la-que-itene-profundiza-con-sinsost>

Madge, G. (2021) Atmospheric carbon dioxide to pass iconic threshold. Met Office. Recuperado en 2 de marzo de 2021 de <https://www.metoffice.gov.uk/about-us/press-office/news/weather-and-climate/2021/2021-carbon-dioxide-forecast>

Montes, L. (2017) Una burbuja para beber agua sin usar botellas. El Mundo. Recuperado en 16 de marzo de 2021, de <https://www.elmundo.es/ia/2017/10/24/59ef0de4e2704ecd798b4578.html>

PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS (s.f.) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Recuperado en 25 de abril de 2021, de <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>

Schneider, H. & Samaniego, J.L. (2009) La huella del carbono en la producción, distribución y consumo de bienes y servicios. Publicación de las Naciones Unidas. Santiago de Chile, Chile

Simon, J.M., McQuibban, J. & Condamine, P. (2020) Plan de Acción Residuo Cero: Transformando la visión de la economía circular en una realidad para Europa. Barcelona

Remix El Barrio (2021) “Remix El Barrio”, diseño con biomateriales de restos alimentarios. MATERFAD. Recuperado en 19 de marzo de 2021, de <https://www.fad.cat/materfad/es/agenda/6715/remix-el-barrio-disseny-amb-biomaterials-de-restes-alimentaries>

Terradas, Jaume. (2016). Límites planetarios. 10.13140/RG.2.1.4802.7925. 2009. Los límites planetarios. Ambienta, 89: 8-18.

Tomorrow Machine (s.f.) We believe in the future of packaging. Recuperado en 17 de abril de 2021, de <https://www.tomorrowmachine.com/>

Vergara, L.E. (2018) Modelo para evaluar y mejorar la aptitud para el desarrollo sostenible de una nación. Universidad de Valencia, Valencia, España.

World Design Organization (2020). Designing towards a circular economy. Recuperado en 19 de abril de 2021, de <https://wdo.org/designing-towards-circular-economy/>

Fuente de financiación. Este trabajo no ha recibido financiación alguna

proyector 56

An industrial design journal



Revisión | Review

Reflexiones sobre el desarrollo de la técnica digital para el diseño de imágenes. Desde sus orígenes a la actualidad |

Thoughts about the development of the digital technique for the image design

María Peláez Piédrola

Máster Desarrollos sociales de la cultura artística, Facultad de Filosofía y Letras,

Málaga, Universidad de Málaga, mariappiedrola@gmail.com

ORCID: 0000-0002-3050-1813

DOI: <https://doi.org/10.25267/P56-IDJ.2021.i11>

Resumen

La introducción del software como técnica artística para la creación de imágenes redefine los procesos y las bases tradicionales de análisis formal en diseño e ilustración, así como se altera su modo de consumo dentro del ámbito online. Las corrientes pictóricas tradicionales evolucionan hacia modos contemporáneos de entender este producto en otros formatos adaptados al medio tecnológico y de internet. La necesidad de realizar esta investigación se apoya en la búsqueda de renovación crítica del análisis visual junto con la convicción de enriquecer el estudio de la disciplina, que parte de entender cómo se generan las imágenes desde la década de los sesenta hasta nuestro presente. Por ello es necesaria la existencia de una labor crítica que persiga recorrer esta evolución, el proceso actual y las novedades que dominan el medio. El objetivo es contrastar cómo la creación visual en diseño e ilustración se encuentra hoy condicionado por las herramientas y formatos digitales. Se concluye con una retrospectiva de productos en el mundo editorial que evidencian esta transformación y orienta sobre el camino futuro.

Palabras clave: Métodos de diseño, imagen digital, dibujo por ordenador, creatividad, innovación

Abstract

If we start by introducing the concept of software as an artistic technique for the creation of illustrations, we could point out how it influences redefining the traditional processes and bases of formal analysis when it comes to the image, as well as changing the mode of consumption within the online environment. Therefore, it is needed the existence of an appropriate critical work that could bring into light different routes about in what we can make evolve on the visual analysis, but also enrich its study, which parts from the understanding of how pictures are made towards our present. The objective is to identify what kind of changes have occurred and how it is today conditioned by digital tools and formats. It concludes with a retrospective of the publishing world that shows this transformation and guides us on the future path.

Keywords: Design methods, digital image, computer drawing, creativity, innovation

La introducción del software como técnica artística para la creación de ilustraciones redefine los procesos y las bases tradicionales de análisis formal en la imagen, así como se altera el modo de consumo dentro del ámbito online. El punto central de esta investigación reside en la naturaleza y uso de las herramientas digitales aplicadas a la ilustración y al diseño cuando generan una tipología de ilustración denominada en cuanto a su técnica enteramente digital o mixta.

Introducción de las herramientas digitales

La técnica mixta se ha definido tradicionalmente en el arte plástico como la suma de dos o más técnicas de naturalezas diferentes en un mismo soporte, aprovechando las cualidades propias de cada una. A las combinaciones clásicas de técnicas se suma el medio digitalizado donde parte del proceso o su total se sirve del uso del ordenador o la tableta y precisa de comprender estas bases tradicionales (Male, 2007: 11) previas a hacerlas evolucionar. Por ello es necesaria la existencia de una labor crítica formada, que finaliza en conocer cómo se desarrollan las ilustraciones en técnica digital y qué posibilidades de realizarlas existen con la tecnología del presente.

El objetivo es identificar qué cambios se han producido, qué ofrece la ilustración digital como elemento cultural y cómo se encuentra hoy condicionada por las herramientas y formatos digitales. Se concluye con una retrospectiva del mundo editorial que evidencia esta transformación y orienta sobre el camino futuro.

Se busca reflexionar sobre de qué maneras el terreno digital como medio de difusión condiciona la ilustración final, y los nuevos formatos de lectura que ofrece este medio. Se entiende el medio 2.0 como un formato de publicación más y que del mismo modo que lo hace la edición en papel también supone unas limitaciones y unas

posibilidades que afectan directamente a cómo el receptor recibe las publicaciones, escapando esto en ocasiones de la intención o control del autor.

La técnica digital para la ilustración se posiciona como algo actual y un paso más en la evolución de la creación de imágenes, por ello es de interés entender su surgimiento y aplicación, siendo este el objetivo final del texto. Pretende servir como introducción al estudio del medio digital en ilustración para no ilustradores.

Evidencias de evolución

Se han revisado investigaciones previas en torno a la ilustración (Larragueta Arribas, 2019; Kress y van Leeuwen, 2006; Hidalgo Rodríguez, 1999; Nodelman, 1988), junto al análisis de los datos recientes recolectados por la Federación de Gremios en cuanto a edición y observación de colecciones editoriales en el ámbito digital, y se acompañará con un desarrollo de metodologías posibles para desarrollar este tipo de ilustración.

La evolución y la renovación del sector editorial y museístico hacia la incorporación de herramientas tecnológicas se evidencia por el aumento de exposiciones digitales, algunas recogidas por Google Cultural o en las 57.000 obras digitalizadas del Google Art Project. En literatura, el informe de abril de 2018 del Observatorio de la Lectura y el Libro en España arrojaba un crecimiento del 13,5% en edición digital sobre el total, alcanzando los 23.656 ISB registrados, respecto a los 2.518 en 2008 siguiendo el mismo informe.

Aunque los primeros softwares no se desarrollaron con una visión artística originalmente se convirtieron de forma rápida en una herramienta de apoyo que aportaba diversas calidades a los trabajos, por lo que durante los años siguientes se fueron asociando cada vez más al mundo de la imagen. Su permanencia se manifiesta como definitiva y más allá de tratarse de un medio para facilitar o agilizar un trabajo

su uso y práctica poseen capacidad de constituir un lenguaje visual propios (Male, 2007: 61).

El desarrollo de su contexto histórico pasa por distinguir su unión con otras ramas no ligadas a lo artístico y más centradas en mejorar la experiencia del usuario con los primeros ordenadores. Por ello uno de los deseos originales se fundamentaba en idear un periférico que facilitase la comunicación entre usuario y aparato. El producto final de este deseo se trata de las tabletas gráficas de la actualidad, periféricos que permiten una conexión absoluta entre las manos del artista y la imagen que se crea en pantalla. Son las mejoras técnicas que se producen en esta herramienta las que la han convertido en una técnica más, con su propio potencial de generar un lenguaje, formatos e imágenes mucho más complicadas de obtener desde otro medio.

Se muestra en el desarrollo cronológico cuando del mismo modo que durante mediados del siglo XX se dio el auge de la experimentación plástica se iban optimizando de forma paralela estas tecnologías, por lo que no resulta extraño que finalmente se tomasen como una opción más en el momento en que fueron accesibles al medio doméstico y se democratizó su uso. Así como se describe en The complete guide to digital illustration (2003: 38) “Algunas herramientas no nacen con el propósito de ser usadas para el dibujo o el diseño y requieren de un trabajo de adaptación por parte del usuario”, poniendo en valor la capacidad creativa del artista y la reinención constante que precisa el acto de crear.

Origen de los antecedentes. Los primeros hardware y software de dibujo.

El primer antecedente a las herramientas contemporáneas se encuentra en el desarrollo del llamado SketchPad, una interfaz gráfica diseñada por Ivan Sutherland en 1963. El profesor Sutherland

diseñó esta interfaz como objeto central de su tesis doctoral elaborada para el MIT (Frenkel, 1989: 711). La interfaz SketchPad es A man-machine graphical communication system, recogida en el reporte técnico de la Universidad de Cambridge en 2003 basado en la disertación original de 1963 por Sutherland. Esta interfaz permite trazar en el software líneas y arcos mediante un lápiz óptico externo, siendo además estos elementos editables durante el trabajo. Se advierte como un diseño muy similar al modelo actual, siendo que en este estadio todavía se basaba en generar polígonos y elementos geométricos editables mediante puntos de contacto y no en una verdadera transmisión de un trazo fluido.

Este hardware supone un precursor y fuente de inspiración para que, al año siguiente, en 1964, el equipo formado por Douglas Engelbart y Bill English realizase el primer prototipo de ratón óptico. Se presenta el modelo del mouse por Douglas Engelbart durante las conferencias del SRI (SRI international: 1968) y es comercializado por primera vez a través de Apple en 1981 cuando se lanza un modelo accesible al usuario para el ámbito doméstico.

El desarrollo tecnológico trabaja en favor de herramientas que puedan ser aprovechadas por disciplinas variadas, y en este caso sumado a la propia capacidad de reinención del medio artístico provoca en poco tiempo la creación de un nicho de mercado entre los propios artistas. Si las herramientas iban a provocar una mejora técnica y nuevas propuestas visuales, además de agilizar el trabajo, era interesante por tanto comenzar a diseñarlas de manera más específica para esta función.

El software inicial funcionaba mediante gráficos en mapa de bits, que permite incorporar el color como unidad de información dentro del píxel. En la nota *Digital Paint Systems: an anecdotal and historical overview* (Smith Ray, A. 2001) es posible consultar la cronología de los programas que se fueron diseñando durante los años setenta, así como las características y elementos únicos que este artista y pionero

de los gráficos por ordenador señaló como más relevantes en el diseño digital, citando a continuación aquellas de las que se ha podido servir la imagen digital:

- La capacidad de editar gráficos a nivel de: modificar el tamaño, cambiar rápidamente el color, superponer unos elementos con otros o duplicar elementos y crear pequeñas animaciones (SuperPaint, 1972, desarrollado por Richard Shoup).

- El paso de los 8 a los 24 bits (implicando el consecuente aumento de colores que el programa puede utilizar) y la creación de la paleta HSV (tono, saturación, valor) empleada hasta la actualidad (Paint3, 1975-79, desarrollado por Alvy Ray Smith)

- El *antialiasing* para eliminar el ruido visual que pueda generar un defecto de línea. En el desarrollo del sistema Paint empleado por Lucasfilm se prestó especial atención a este elemento.

- El mapa de color permite asociar un conjunto de valores de color a un píxel, de manera que se facilita la repetición del color exacto.

- El *frame buffer*, equivale a la tarjeta gráfica actual y se encarga de almacenar y transformar datos relacionados con imagen y vídeo. Permitió grandes avances para el desarrollo de los programas Paint posibilitando el uso de nuevas herramientas dentro del sistema.

Smith R. ya comienza su texto introduciendo respecto a los sistemas de dibujo digital:

“A digital paint program essentially does no more than simulate painting of a brush on a canvas. A digital paint system does much more, using the ‘simulation of painting’ as a familiar metaphor to seduce artists into the new, perhaps forbidding, digital domain” [Un programa de dibujo digital esencialmente no hace más que simular el trazo del pincel sobre el lienzo. Un sistema de dibujo digital hace mucho más, aplicando la simulación de la pintura como una metáfora familiar para seducir a los artistas hacia el nuevo,

quizás prohibido, ambiente digital] (Smith, R.A. 2001).

Rápidamente en 1983 Apple II puede presentar la KoalaPad, revolucionaria por ser la primera tableta doméstica que se pone a libre disposición del usuario. Curiosamente el mismo año se produce la fundación de la empresa Wacom, quien en años posteriores se situará como principal competidora en cuanto a periféricos orientados al dibujo, confluyendo hasta el tiempo presente en la división Apple iPad y Wacom Cintiq, las dos herramientas más popularizadas y demandadas en la actualidad por los profesionales de la ilustración. Las herramientas desarrolladas hasta llegar a este momento permiten un terreno de experimentación nuevo donde se gestan tanto un lenguaje de interfaz como un medio visual en el que producir ilustración teniendo que reinventar forzosamente sus bases.

Zeegen y Roberts, autores de *50 años de ilustración* (2014) proponen una división por décadas para distinguir diferentes etapas en el nacimiento y adopción de la técnica digital por parte del ilustrador. El terreno comienza a ser explorado por el ámbito del diseño gráfico durante los años ochenta que aprovechó la nueva facilidad para generar imágenes con las herramientas limitadas que ofrecía el medio. Para el caso del dibujo artístico la frialdad de la línea digital aún quedaba lejana a la espontaneidad que se obtenía sobre el papel. Sin embargo, a partir de los noventa se produce el llamado por los autores como amanecer digital, un cambio por el que la ilustración digitalizada comienza a popularizarse y que podemos observar y analizar hoy día sin que por ello se hayan abandonado las herramientas tradicionales. Al contrario, la incorporación del trabajo digital permite modificar y elevar los trabajos realizados en técnica tradicional incorporando matices no obtenibles de otra manera, y se produce una nueva oleada de experimentación con estos medios por parte de los ilustradores que buscan la mejora y la diferencia en su trabajo (Zeegen y Roberts, 2014).

Claves en el funcionamiento de la imagen digitalizada.

Para generar una imagen digital y trabajarla desde un dispositivo electrónico el mayor peso recaerá en la capacidad de dicho dispositivo para almacenar y transmitir información. Por ello uno de los puntos centrales en la evolución tecnológica ha ido enfocado a mejorar y aumentar esta capacidad. Se distingue entre periféricos de entrada -a través de los que se realiza la transmisión del trazo- y periféricos de salida -a través de los cuales se visualiza la información que estamos generando-.

El ratón o mouse es el periférico de entrada por excelencia, aplicado también para el uso generalizado del ordenador y para trazar dentro de aplicaciones de dibujo, pero ha caído en desuso debido a la aparición de herramientas que permiten tanto mayor comodidad como mejor control sobre lo que se dibuja. Aun así, todavía resulta una opción adecuada para el caso del dibujo vectorial, basado en la modificación de puntos anclados sobre líneas, y se aplica en el ámbito del diseño gráfico.

Seguidamente se encuentra la gama de lápices o stylus, desarrollados con el fin de mejorar el control sobre la imagen en pantalla y que normalmente precisan de una superficie de transmisión conectada al dispositivo excepto en el caso de móviles y tabletas con pantalla táctil. En este caso se diferencia entre lápices ópticos activos y lápices capacitivos. El estilete óptico o activo emplea mecanismos electrónicos para transmitir datos sobre posición y fuerza gestual, lo que permite trasladar esa información al dispositivo de salida y aplicar diferentes niveles de sensibilidad a la presión. El lápiz capacitivo por otro lado no cuenta con esta capacidad y su alcance se reduce a la navegación y a reproducir el toque manual. Por tanto, al ilustrador le es más conveniente buscar aquel que le permita la mayor comunicación de los gestos al dibujar.

La tecnología actual más avanzada se manifiesta en el pencil desarrollado por Apple en 2015 con progresivas actualizaciones, que incorpora además sensibilidad a la inclinación, lo que permite variar también el grosor e intensidad del trazo siendo más similar a un lápiz tradicional y resultando difícil en muchas ocasiones su distinción una vez presentada la ilustración final. En las tabletas con pantalla es posible simular de manera más cercana el trazo tradicional respecto a las tabletas ciegas, ya que se realiza el gesto directamente sobre la imagen y posibilita un mayor control. El modelo Cintiq de Wacom se ha convertido en la tableta estándar, mientras que el iPad desarrollado por Apple se trata del principal competidor a día de hoy. Ofrece la ventaja de la portabilidad, lo que ha permitido que artistas como Rob Sketcherman lo empleen para el sketch urbano creando cuadernos digitales. A nivel técnico, sus prestaciones de alta gama y aplicaciones disponibles para la ilustración han permitido dar salidas a proyectos ilustrados de álbum realizados en exclusiva con esta herramienta.

En una ilustración final puede resultar sencillo notar qué herramienta se ha utilizado, observando en especial el aspecto del trazo final de la línea y si su estabilidad se mantiene continua. Aunque estos dos aspectos son editables suelen ser indicador del ilustrador amateur que todavía no controla estas modificaciones y se genera una imagen de trazo irregular. Del mismo modo, ciertas texturas no son obtenibles a partir de lápices capacitivos.

Es de interés por tanto desarrollar qué cualidades internas de hardware posibilitan trabajar a nivel profesional con este tipo de medio, siendo la resolución en pantalla el mayor condicionante para la ilustración que se genere. Los lienzos digitales trabajan bajo medidas indicadas en centímetros, píxeles o pulgadas, y es posible aplicar por defecto medidas estandarizadas (formato ISO, formatos propios, etc...). De esta manera se trabaja directamente sobre el formato final de impresión. El tamaño estándar para una impresión de calidad se recoge alrededor

de los 300 ppp (puntos por pulgada), sin embargo, para reproducción digital o web puede ser suficiente con 200 ppp. Estas combinaciones de medidas pueden identificarse en una imagen en relación al ruido que esta sostenga.

Los softwares más modernos ofrecen herramientas que como analistas de la imagen son de interés: es posible conocer el tiempo de uso del lienzo y saber con exactitud cuánto tiempo ha invertido generar la imagen, así como grabar y compartir el proceso en tiempo real o acelerado. Este tipo de grabaciones se popularizan y son compartidas por los mismos artistas, creando en torno a ellos una comunidad de aprendizaje en las redes sociales, y en ocasiones en forma de mecenazgo ofreciendo este contenido como propuesta de valor.

El total de programas, ajustes y recursos que se lleguen a emplear para ilustrar digitalmente constituyen la que puede ser llamada como mesa de trabajo en su versión digitalizada. Al igual que cualquier otra herramienta tradicional, los programas específicos de dibujo se adquieren mediante compra, no obstante, existen versiones gratuitas o programas que se lanzan de forma libre para descarga o aplicaciones que permiten trabajar de forma online sin instalación previa en el dispositivo.

La interfaz por defecto en los programas de dibujo se organiza según un estándar, lo que facilita poder pasar de uno a otro sin necesidad de realizar un aprendizaje desde cero, sino que muchas acciones se podrán realizar de modo intuitivo una vez interiorizada una base. La organización visual además referencia de manera constante al medio físico y busca imitar herramientas tradicionales, lo cual facilita la creación de un código e identificar rápidamente las funciones que además suelen aparecer en el mismo orden. Por otro lado, también ofrecerá herramientas exclusivas del digital, que también serán identificadas con iconos similares en cada programa.

Villagrán (2016: 175) referencia desde Gasch al archivo gráfico, siendo este el conjunto de documentos especializados al que se puede acudir como consulta o referencia. En la era digital es posible almacenar y ordenar grandes cantidades de información textual y gráfica en el propio dispositivo para acceder a él desde multiplicidad de soportes (Gasch, 1991: 165).

Otra cualidad de los softwares especializados en ilustración trata de almacenar por sí mismos otro tipo de información para ser repetida. Es el caso de las paletas de color que, a la manera de las paletas tradicionales, pueden ser conservadas por el programa y facilitan retomarlas en nuevas ilustraciones. Una serie de herramientas básicas son comunes a la mayoría de programas y conocerlas permite analizar qué recursos es posible encontrar exclusivamente en el medio digital. Se cuenta de manera generalizada con herramientas para realizar trazos, trabajar rellenos de color, trazar formas geométricas y líneas, seleccionar colores o zonas concretas, aplicar zoom o incorporar texto. Como se pudo observar previamente, muchas de las herramientas clásicas y los movimientos básicos se instauraron ya desde el inicio de desarrollar estos sistemas de dibujo digital.

Dependiendo del software que se escoja las herramientas pueden variar su nombre, estar disponibles o no aparecer. En ilustración digital es interesante observar la herramienta del pincel, que debido a su capacidad de ser modificada y personalizada es el principal objeto de la creatividad del artista. El software ofrece por estándar unos pinceles predeterminados, que suelen incluir una punta redonda, una punta de borde suave, punta plana y puntas texturizadas, además de puntas de forma que intentan imitar elementos orgánicos. Una división común que se emplea actualmente trata de organizar los pinceles según el efecto que reproducen o la posible función: pinceles de boceto, de entintado, de pintura, aerosoles, orgánicos...

Esta variedad ofrece gran versatilidad a la ilustración, siendo posible emplear trazos que se distinguen muy difícilmente de la imagen tradicional.

Por otra parte, las opciones de modificar pinceles para generar otros nuevos han ofrecido al ilustrador una herramienta de distinción básica, haciendo posible crear un trazo más personalizado y cercano al estilo propio que no es posible de imitar si no se conocen los comandos exactos para reproducirlo. Es interesante conocer este funcionamiento del pincel digital para llegar a distinguirlo en ilustraciones finales, de manera que es posible intuir las decisiones que toma el artista respecto a este. El pincel elemental consta de una forma básica (que representa la punta) y ésta al repetirse de manera continua genera el trazo. La organización de estos comandos se basa en la edición de propiedades concretas que pueden ser el grado de variación de tamaño durante el trazado, el nivel de grano o textura o la capacidad de mezcla, entre otros.

Conocer y combinar estas variables identificando cómo actúan unas respecto a otras es clave para generar un pincel apropiado al trabajo que se quiera desarrollar. Manteniendo unas cualidades al mínimo y estableciendo ajustes automáticos es posible generar trazos muy cercanos al aspecto vectorizado de un modo manual, así como si se ajustan porcentajes de opacidad, mezcla y textura es posible obtener acabados muy similares a la pintura tradicional. Del mismo modo, es clave conocer el comportamiento del lienzo digital. Aunque es posible trabajar todas las acciones sobre el mismo lienzo la principal cualidad que ofrecen el software es el manejo de capas. Las capas fueron un añadido tardío al formato de mapa de bits (Caplin, 2003: 41) y son espacios de datos superpuestos unos sobre otros en la imagen, lo que permite trabajar zonas concretas sin afectar al resto. Funcionan mediante transparencia, la cual se recorta añadiendo información de trazo y color mediante las herramientas de dibujo, siendo ajustable el grado de opacidad que

se genera, así como el modo de interacción con el resto de capas.

Resulta imposible distinguir en la imagen final el trabajo realizado a través de capas dado que el conjunto ha de fusionarse en una sola imagen durante el renderizado. Sin embargo, en las grabaciones procesuales es posible distinguir su presencia en tanto que observemos interacciones que afecten sólo parcialmente al total de la obra o durante el proceso de ajustar la opacidad.

Las capas suponen una ventaja creativa para el medio digital al poder manejar los elementos del lienzo como entidades separadas sin que ello afecte a su visualización como conjunto. Permiten además aprovechar al máximo las cualidades de los filtros de fusión para generar efectos y texturas únicos en las ilustraciones, un elemento que además ofrece un acabado muy particular de este tipo de trabajo (Caplin, 2003: 50). Los modos de fusionar, es decir, de hacer interaccionar unas capas con otras, se basan en alterar sus propiedades como luz. Estos modos generan texturas o focos de luz poco comunes que también lleva a identificar su presencia, así como combinaciones de color poco usuales. Los modos básicos pueden organizarse dependiendo de si se basan en oscurecer o aclarar el conjunto, o de si funcionan mediante contraste o mediante alteraciones del color, y se basan en aplicar ese efecto sobre el color de una capa llamado color de fusión afectando a las inferiores que contienen un color base, como se desarrolla en la guía digital propuesta por Adobe.

La ventaja básica de las capas trata de afectar al total de la imagen de manera uniforme, de manera que permite obtener ambientes y entonar el conjunto con más facilidad. ¿Cómo puede aplicarse esto en el trabajo práctico? Al trabajar directamente desde los colores base es posible crear paletas armónicas sombreando desde colores de fusión que generará un valor ya entonado con el resto de la imagen, lo que permite que ese nuevo color ya posea de

base un grado de otros colores más cálidos o más fríos. En la ilustración final por tanto se entiende que los colores que vemos no son realmente el color que se aplicó, sino el resultado de combinar los valores de otros dos.

Por otra parte, aparecen los filtros para la imagen que generan diferentes efectos, siendo los más comunes el desenfoque, ruido o texturas de lienzo y papel, efectos de neblina o destellos. (Caplin, 2003: 180) Sin embargo, muchos de ellos se prefiere simularlos mediante trazado de dibujo aplicando el estilo personal de cada artista de la ilustración, potenciando del mismo modo el lenguaje visual característico que se persigue para el álbum. La cuestión ya no es tanto que este tipo de aplicación de color plano, de formas reducidas o de líneas básicas sean reproducibles con menor o mayor facilidad desde una factura tradicional, si no que este tipo de ilustración no habría surgido de no existir en primer lugar el desarrollo tecnológico que en sus inicios no ofrecía más herramientas que estas.

A partir de este punto inicial el acabado que se busca para la técnica se ha ido hibridando y se distinguen etapas o modas donde o bien se intenta aproximarse a la calidez de una factura manual o por la contra trata de evidenciar al máximo el trato digital. Para esta tarea, los hardware o periféricos externos, así como las diversas configuraciones de pantalla, resultan decisivas para cómo se puede trabajar la ilustración final. Cada producto cuenta con sus particularidades, tanto a nivel interno como externo, por ello se pasará a exponer en primer lugar qué tipología de periféricos se encuentra disponible actualmente, qué consenso existe en cuanto a características más adecuadas para la ilustración profesional y de qué manera se evidencia esto en la obra final.

¿Qué ofrece por tanto la imagen digital? Proyectos y posibilidades de uso

Se tendrá en cuenta que fundamentalmente las imágenes generadas para la ilustración y el diseño en estos momentos irán ligadas a las posibilidades de la tecnología de ese momento, y este criterio deberá pasar a ser una pieza angular en su valoración crítica (Holmes, 2003: 6-7). Por otra parte, lo digital también provoca la creación de formatos de lectura alternativos y otros medios para acceder a las narrativas ilustradas, y como resultado los artistas también cuentan con mejores medios de difusión y más facilidad para compartir su trabajo.

Como resultado a los avances en dibujo y diseño digital se produce la proliferación y revaloración de la ilustración como medio artístico además del interés editorial que también provoca un ímpetu en desarrollar proyectos donde se busque ofrecer un valor de diferencia y se permite desarrollar una obra en un formato alternativo o aplicando técnicas o combinaciones novedosas. Esto permite no sólo riqueza narrativa y visual dentro del sector, sino también hacer avanzar la disciplina hacia nuevas metas y proveer medios alternativos para el desarrollo de las historias. Las propias editoriales también manifiestan un interés en estos artículos especiales.

El medio online no cuenta con las limitaciones de la ilustración física en su formato álbum, por lo que la obra puede desarrollarse hasta alcanzar en su caso un número de páginas muy superior y permite aplicar secuencias de lectura novedosas más allá del tradicional gracias a la expansión de la pantalla, así como posibilitar la interactividad y enlazar contenidos alternativos o complementarios.

Nowbrow Press se centra desde 2008 en la variedad de conceptos narrativos y métodos de impresión alternativos para su producción, buscando redefinir los estándares de calidad. Bárbara Fiore Editora propone la edición de obras alejadas de las

tendencias clásicas para ofrecer imágenes dentro de lo pictórico pero adaptando la forma y las temáticas al mundo contemporáneo. El historietista Chris Ware ya conocido por emplear ediciones originales y alternativas para sus trabajos en papel propone en 2016 el proyecto *Touch Sensitive*, donde ignora la secuencialidad tradicional de la viñeta para presentar una historia accesible sólo desde una aplicación en IOS. La imagen parte del blanco total y sólo al deslizar el dedo sobre la pantalla puede el lector hacer aparecer la siguiente secuencia narrativa hasta ir llenando el espacio por completo. De la misma manera por medio del toque en diferentes zonas de la imagen puede activar acciones e interactuar con los elementos provocando que aparezcan diálogos y otros detalles en el interior y generando micro escenas.

El proyecto *Google Arts & Culture* ofrece una herramienta de visionado de obras de arte cuya característica diferencial es la posibilidad de aumentar la imagen hasta el grado micro; permitiendo observar así lo más ínfimo del cuadro, desde detalles y texturas en la pintura hasta elementos de tan pequeño tamaño que difícilmente son apreciables en la escala real. Cuenta con un proceso minucioso de digitalización y adaptación de la imagen que si se aplicase al terreno del álbum abriría posibilidades diversas para narrar, permitiendo jerarquías de lectura alternativas, generación de micro escenas e interactividad.

Trataría de aprovechar esa capacidad del zoom para ofrecer una narración no consumible de otro modo, por ejemplo, explotando la posibilidad de acercarse al espacio de manera inmersiva o búsqueda de elementos ocultos de la primera capa de lectura.

En los formatos híbridos se encuentran los *motion comic*, una lectura secuencial tradicional a través de viñetas con el añadido de pequeñas animaciones, efectos de sonido y narraciones locutadas. Pueden incluirse las novelas visuales, que además permiten interactividad con el lector para

seleccionar el curso de la historia, así como diferentes finales a partir de la elección imitando a los clásicos *Elige tu aventura* a que se popularizaron durante los años ochenta. Aquí se encuentra en discusión si la posibilidad de incorporar elementos audiovisuales no resultaría en considerar este tipo de productos como un formato totalmente diferente a la historieta/álbum/narración tradicional o de si se trata de un sub-producto sujeto a esta.

La editorial OQO propone una iniciativa para digitalizar el álbum a través de una aplicación que permite la lectura tradicional a modo de ebook con añadidos narrados oralmente y transiciones sólo posibles en un formato digital. Se trata de un proceso de digitalización de proyectos ya existentes sobre papel y se presenta como el salto de lenguaje necesario para el siglo XXI. Sin embargo, aprovechan únicamente las posibilidades de interacción, del mismo modo que se haría sobre papel y siendo los elementos visuales también fruto de un trabajo de pintura tradicional. Es común entender el libro digital como un traslado del tradicional a un medio portátil e interactivo y pueden no mantener las cualidades del álbum tradicional en relación al ritmo de lectura -en este caso condicionado a la velocidad de reproducción que no permite apreciar la ilustración-, corriendo el riesgo de convertirse en una película en imágenes o incluso de no digitalizar de manera adecuada las imágenes. En el caso de aplicaciones similares a este ejemplo, al aplicar el escaneado desde una acuarela tradicional sin vectorizar la imagen no se comunica bien con la función del zoom y la imagen final queda pixelada sin integrarse con el resto del escenario.

La clave por tanto respecto a las mejoras tecnológicas en reproducción digital de trabajos tradicionales sería analizar cómo aprovechar la posibilidad de llevar a cabo estos proyectos aplicando la técnica digital de forma íntegra o combinada, permitiendo que se potencien las mejores virtudes de ambos. A pesar de ello, el sector editorial todavía tiende a no aprovechar el total de

posibilidades que otorga la interacción y quizás también debido al desconocimiento del público por lo más novedoso, por lo que normalmente el proceso se basa en digitalizar obras que ya existían en papel mientras que es más complicado trasladar a una edición impresa un formato mayoritariamente digital.

Un ejemplo de esta hibridación de virtudes de ambos medios puede encontrarse en *Caperucita App* (2012), un proyecto de la editorial Amanuta ideado e ilustrado por Paloma Valdivia. Este trabajo traslada al terreno digital la edición impresa. En este caso no se recurren a recursos de movimiento agresivos, sino que se respeta la pausabilidad de la lectura, empleando únicamente transiciones suaves al incorporar elementos a elección y posibilitando que los textos interactúen con el resto de la composición. Aparecen pequeñas animaciones en elementos de fondo que no quitan protagonismo, sino que contribuyen a ambientar la escena principal, cuya composición invita a permanecer en la página durante un tiempo sin animar a cambiar rápidamente de escena. Todo ello se acompaña de una música instrumental envolvente y en ocasiones de sonidos grabados de la naturaleza.

La aplicación incorpora narración de los textos, sin embargo, en este caso es necesario que anteriormente el lector haya construido la escena por medio de ordenar los versos, por lo que no impide el proceso de lectura, análisis, y observación de la ilustración.

También el proyecto de la editorial transmedia LuaBooks (2013) impulsa el desarrollo de esta interactividad como complemento a la experiencia de lectura, en este caso desarrollando una aplicación propia que por medio de utilizar el dispositivo móvil a modo de herramienta auxiliar permite explorar las páginas del libro para localizar sonidos, actividades e imágenes en realidad aumentada, así como incorporar el móvil como elemento de la página haciéndolo coincidir con parte de la ilustración para integrarse en el conjunto.

Por otro lado, las galerías digitales también manifiestan un aumento en número, especialmente cuando se populariza el portfolio digital que permite además al ilustrador transmitir su marca personal de forma más directa tanto al cliente como al gran público. Quizás sea el medio que pone más atención a la adecuada reproducción de la imagen dado que en su calidad reside el éxito de ese portafolio, y la posibilidad de personalización permite que toda la experiencia del usuario mientras lo visita resalte las cualidades del trabajo según los deseos del ilustrador que además no está sujeto a ninguna convención editorial más que a su propia marca.

Estos formatos se encuentran en pleno desarrollo y expansión, y resulta fundamental estar formado en las posibilidades que ofrecen para recibir y reseñar de forma apropiada acerca de estos productos que exigen una reinención de cómo se han observado hasta ahora las imágenes y los productos artísticos en el mundo literario. Ciñéndose estrictamente a los requerimientos técnicos, la ilustración digital exige un trabajo paralelo respecto a trabajar la ilustración manualmente. Se trata por un lado de llevar a cabo el proceso mental de adaptación de las rutinas en papel hasta el soporte digital. Por la otra parte, precisa de comprender el programa utilizado para conocer qué permite llevar a cabo. Finalmente aparece la necesidad de una labor de enseñanza.

Dentro del material editado en España enfocado en enseñanza del dibujo y la ilustración se encuentran volúmenes editados durante los últimos años que ya incorporan la técnica digital como una técnica habitual más. Félix Scheinberger dedica en su manual un espacio para hablar acerca de ordenadores y diseño generativo, así como se centra en dos de los softwares más empleados: *Adobe Photoshop* e *Illustrator*. En el texto se mencionan los años 2000 como una década de interés creciente por el trabajo generado en ordenador, debido también al momento globalizado que precisa de acceder rápidamente a cualquier lugar del

mundo, innovar y captar la atención dentro de una situación de sobreproducción de imágenes. La transición hacia lo digital se realiza de manera costosa debido en gran parte a sus desventajas: inversión inicial en material, inversión de tiempo en aprender su uso, y aprendizaje lento debido al cambio abrupto de lenguaje.

El debate acerca de si se trata de únicamente una herramienta o de si posee capacidad propia para generar una técnica novedosa también frena en los inicios su inclusión total dentro de las disciplinas artísticas. Se lo llega a considerar un medio generativo, sin embargo, en la producción de imágenes adecuadas para el álbum ilustrado es imprescindible la invención creativa. Los autores se han mostrado curiosos por las posibilidades de este medio y de manera paralela se han ido desarrollando softwares que prometen facilitar las tareas más tediosas del mundo tangible.

Poco a poco estos programas, sus herramientas y modos de creación se han asimilado ampliamente durante la última década, y cada vez más ilustradores han incorporado estos recursos digitales a su trabajo de manera que actualmente pueden encontrarse álbumes ilustrados realizados de manera enteramente digital; proyectos que no pretenden esconder ni camuflar su proceso de composición, sino que ampliamente revelan la aplicación de las técnicas digitales y tratan de explotar los recursos que ofrece. Se aprovecha la posibilidad de incluir contrastes y tonos intensos y brillantes entre colores como recurso compositivo para ordenar visualmente las imágenes, así como de las formas, los recortes en estas y los espacios negativos.

La cuestión ya no es tanto que este tipo de aplicación de color plano, de formas reducidas o de líneas básicas sean reproducibles con menor o mayor facilidad desde una factura tradicional, si no que este tipo de ilustración no habría surgido de no existir en primer lugar el desarrollo tecnológico que en sus inicios no ofrecía

más herramientas que estas. A partir de este punto inicial el acabado que se busca para la técnica se ha ido hibridando y se distinguen etapas o modas donde o bien se intenta aproximarse a la calidez de una factura manual o por la contra trata de evidenciar al máximo el trato digital.

Conclusiones

Entre los factores que propician el aumento en la producción de ilustraciones digitales se encuentra la posibilidad del medio online para compartir y recibir imágenes, además impulsado por la tecnología que permite producidas directamente desde el dispositivo. La producción se encuentra democratizada y accesible al medio doméstico, lo cual requiere una labor crítica en términos de autoría y calidad.

El ambiente online se sitúa como un campo apropiado para aplicar y desarrollar las herramientas digitales buscando generar formatos alternativos y nuevos estilos, provocando además una respuesta directa del usuario de donde es posible obtener estadísticas. Se trata de un sistema de tanteo que puede ser aprovechado por organismos culturales al momento de diseñar contenidos. El contexto digital y la red democratizada favorece la interacción multicanal y el *feedback* del público que por medio de algoritmos termina realizando un papel relevante en la difusión y en las decisiones editoriales en cuanto a contenidos.

Se precisa de una labor de diseño y de adaptación de contenidos, al mismo tiempo que una necesidad de comprender cómo funciona el medio online y la interacción con el usuario, además de los diferentes dispositivos con sus cualidades propias. Propiciar la creación de formatos exclusivos que no es posible trasladar al medio genera en el producto un valor diferencial. Aplicar por tanto las herramientas digitales se plantea como una necesidad para impulsar el mercado online pero también plantea el reto de saber realizar un proceso de adaptación respetuoso de los contenidos

tradicionales, al mismo tiempo que se generan los formatos nuevos. El propio medio online, por otra parte, dificulta la tarea, al encontrarse el algoritmo fuera del manejo del usuario, con lo que es complicado predecir resultados de las estrategias y proyectos que se lleven a cabo.

En el campo concreto del diseño industrial permite dinamizar el proceso creativo y el desarrollo de dibujos y bocetos en las fases previas a la labor técnica en 2D y 3D. El proceso de actualizar los software específicos para esta área puede nutrirse del avance realizado para el dibujo digital tomando aquello que permita mejorar tanto el proceso como el renderizado final. La necesidad de la labor de diseño crea un espacio laboral para el creativo dentro de ramas en estrecha relación con lo visual, como puede ser el diseño de joyería, interiores y mobiliario, vidrios y cerámicas o las industrias jugueteras, de moda o de calzado. Potenciar el diseño asistido por computadora permite que siga existiendo la unión entre industria y arte.

Teniendo en cuenta la presencia de las citadas variables es posible concluir finalmente con el establecimiento del sistema del dibujo digital como una etapa más en la evolución del lenguaje gráfico. Se presenta el reto futuro de acotar su estudio para construir una crítica renovada que tenga en cuenta no sólo el producto sino también las cualidades de su medio. Por tanto, entramos del mismo modo en una etapa de curación de contenidos y de archivo digital, donde será crucial la presencia de esta labor crítica y de la completa comprensión de la imagen en su concepción, formato y presencia digital.

Referencias

CAPLIN, S. 2003. The complete guide to digital illustration. New York. pp. 40-50, 178-180.

FRENKEL, K. 1989. An interview with Ivan Sutherland. Communication of the OCM, vol.32. no 6.

FOSTER, J. 2015. Papel y tinta. Un catálogo de técnicas, métodos y materiales para imprimir. Gustavo Gili, Barcelona.

GASCH, M. 1991. Curso Práctico de Diseño Gráfico por Ordenador: Conceptos Generales.Vol. 5, ed. Génesis, Madrid, p. 165. HOLMES, N. 2003. The complete guide to digital illustration. New York. pp. 6-7

JUDY, M. 2003. Enciclopedia de técnicas de impresión. Barcelona: Acanto

KRESS, G, van LEEUWEN, T. 2006. Reading Images: The Grammar of Visual Design. p.161

LATOUR, B; LOWE, A. 2010. The migration of the aura or how to explore the original through its fac similes. Switching Codes. Chicago Press. p. 9-13

MALE, A. 2007. Illustration: A Theoretical and Contextual Perspective. AVA publishings. pp.11, 61

RÍOS, S. 2007. La crítica de diseño gráfico en la revista Arte Comercial (1946-1952). Textos mínimos. pp. 156

SMITH, R.A. 2001. Digital Paint Systems: an anecdotal and historical overview, IEEE Annals of the History of Computing.

VILLAGRÁN, I. 2016. Aplicaciones del dibujo vectorial a la creación gráfica contemporánea. Universidad de Málaga. pp. 175-177

ZEEGEN, L. ROBERTS, C. 2014. 50 años de ilustración. Lunwerg Editores.

Fuente de financiación. Este trabajo no ha recibido financiación alguna

proyector 56

An industrial design journal

Alberto Corazón, hablemos sólo de diseño

P56

Victor Pérez Escolano

Catedrático de Composición Arquitectónica en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla desde 1995. Premio Fama de la Universidad de Sevilla a la trayectoria investigadora en el campo de la Ingeniería y la Arquitectura, y Premio Andalucía de Cultura Andrés de Vandelvira en el ámbito del Patrimonio Histórico. Fue coordinador general de la Feria del Diseño (Sevilla, 1999-2000), y es Asociado Honorífico de la Asociación Andaluza de Diseñadores (2001)



entre nosotros hace más de medio siglo como centros exclusivos privados (por ejemplo, Elisava en Barcelona), pero enraizándose en específicas localizaciones de la enseñanza superior en centros tan diversos como las escuelas de ingeniería industrial o las facultades de bellas artes. Mientras, en no pocos países, es un título impartido en escuelas de arquitectura, respondiendo al intenso vínculo surgido hace un siglo en la Bauhaus alemana o en el Vkhutemas ruso, y puesto al día en la Hochschule für Gestaltung de Ulm a partir de 1953.

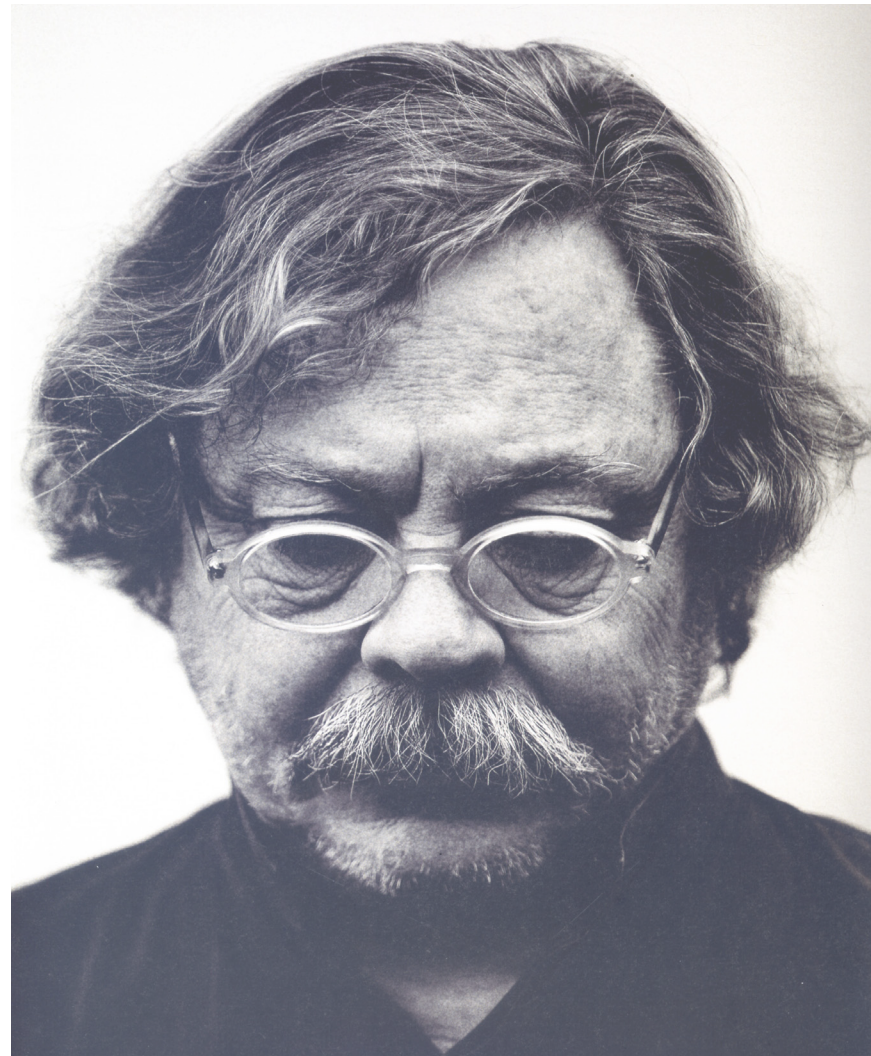
Al punto de que lo excepcional devino en normal. ¿Cómo alcanzó a serlo, quien en 2006, sería el primer diseñador en acceder como académico a la sección de Nuevas Artes de la Imagen de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid? Un licenciado en Ciencias Políticas y Sociología por la Universidad Complutense, pero instruido en el dibujo y la pintura, desarrollaría desde la década de los sesenta una trayectoria profesional innovadora como diseñador gráfico, como creador de un escenario visual nuevo, hasta ser protagonista del reconocimiento institucional del diseño en el universo contemporáneo de las artes.

Llegaría a decir Corazón que en el diseño hay vida inteligente, pero penalizada por la estética. La expresión francesa "esthétique industrielle" entendida como diseño industrial, lo lleva a su extremo. El diseño es un vector contemporáneo del hecho artístico, en particular debido a su vocación práctica. Aunque la polisemia del término lleve a la definición de las formas artísticas en general. Como se comprueba en la trayectoria de Alberto Corazón, el retorno de la encarnadura entre diseño y arte, nos remite a las reflexiones que leímos en nuestra común juventud, los años sesenta de nuestra formación. Tomo de mi biblioteca al azar cuatro libros de aquellos años sobre diseño, en su versión castellana, cuyos títulos se encabezan con la referencia sustantiva al arte. Son de cuatro autores excepcionales: el inglés Herbert Read (Arte e industria. Principios del Diseño Industrial, Buenos Aires, 1961/1934), el estadounidense Lewis Mumford (Arte y técnica, Buenos Aires, 1957/1952), el francés Pierre Francastel (Arte y técnica en los siglos XIX y XX, Valencia, 1961/1956) y el italiano Bruno Munari (El arte como oficio, Madrid, 1968/1966). Una dicotomía de gran incidencia en el devenir histórico del diseño.

La renovación de la creación contemporánea forma parte esencial del proceso de modernización de la sociedad del siglo XX, deslizada en las décadas vividas del XXI. Los procesos vinculados a las vanguardias artísticas incluyeron las transformaciones específicas de la arquitectura y el emerger de las manifestaciones vinculadas al proceso industrial eclosionado en el XIX, relanzado en los comienzos del siguiente por la electrificación, y ahora expandido por la revolución digital. Nuestra generación heredó la fotografía y el cine, y vio extenderse el diseño destinado a resolver las dimensiones propias de la producción en serie y el consumo de masas.

¿Existe realmente una dicotomía entre diseño industrial y diseño gráfico?

España tiene su particular historia en cada una de las coordenadas en que operan los procesos creativos/productivos. Algunas figuras ejemplifican de manera especialmente brillante cada disciplina. El diseño español alcanza, no sin dificultades, la plena identificación de su especificidad. La supuesta dicotomía entre diseño industrial y diseño gráfico, los campos de mayor elocuencia, con frecuencia se tradujo en ramas autónomas.



Es más, hoy en día siguen confluyendo diversos caminos de formación, con diferentes títulos, y la variedad de experiencias profesionales conduce a que la condición de diseñador se manifieste por la propia asunción de tal actividad, por ejemplo, autodenominándose así, o inscribiéndose en asociaciones profesionales de diseñadores. La formación en el diseño, que no hace tanto tiempo se inscribía entre los oficios artísticos, emergió



La idea del diseño como fundamento creativo y operativo para la producción subyacía en todos los frentes del paisaje humano. El diseño urbano y arquitectónico, el diseño industrial y gráfico, despliegan el propósito de configurar las nuevas cualidades del entorno humano moderno.

Alberto Corazón explica, quizá mejor que nadie entre nosotros, la apertura total de las trayectorias de acceso al ejercicio del diseño.

No me parece acertado que, antes de nada, se diga como elogio que Alberto era un creador polifacético. Viendo su referencia en Wikipedia “pintor, escultor, muralista, diseñador gráfico, curador de arte y activista, fotógrafo”, pensamos que se queda corta. Alberto Corazón desarrolló una trayectoria creadora holística generada como diseñador que se transcendía en las múltiples facetas de actividad en su condición contemporánea. Desde el principio su objetivo fue la comunicación de las ideas, y cómo hacerlo bien.

Un recorrido por su trayectoria

La importancia editorial en los años 60

El mundo de los libros vino a ser un inicial campo de batalla de gran trascendencia propio del salto intelectual urgente y necesario en la lucha antifranquista. El pensamiento marxista, la teoría y la práctica progresistas, los debates culturales, el interés antropológico, y tantos otros campos, vivieron años de esplendor mediante las nuevas editoriales que surgieron, al tiempo que las artes plásticas, el teatro y el cine, intensificaban el desarrollo de la actividad política, la lucha sindical y profesional, y el movimiento estudiantil. Alberto Corazón, junto a un brillante grupo de compañeros, iba a ser protagonista de ese proceso. Editar libros y diseñarlos. Producto integral, contenido y continente. La editorial Ciencia Nueva se crea en 1965 pero se cierra en el estado de excepción de 1969. Lo que da pie a la aparición de Alberto Corazón/Comunicación. Repasar la producción de ambas editoriales permite medir la magnitud de su primera fase como diseñador gráfico, que se extendería a otras empresas, como la editorial Ariel, y al mundo de revistas como Nuestra Bandera, publicada por el Partido Comunista de España. “El partido” que protagonizaría aquella pugna por la democratización de España, y en el que muchísimos, como Alberto, no tenían por qué militar, pues bastaba ser “compañeros de viaje”, como se decía entonces.



Proyecta 56: An industrial design journall

La Bienal de Venecia de 1976

Un hito elocuente del papel de la cultura en transición se produciría en la Bienal de Venecia de 1976, con la exposición Vanguardia artística y realidad social en España, 1936/1976, que ocupó el pabellón central, mientras el de España permanecía cerrado. Preparada con Franco aún vivo, vino a celebrarse pocos meses después de muerto, inaugurándose el 18 de julio. Bajo la presidencia de Carlo Ripa di Meana, y con el impulso de Vittorio Gregotti, un grupo diverso formado por E. Arroyo, O. Bohigas, A. Bonet Castellana, V. Bozal, A. Corazón, Equipo Crónica, M. García, J. M. Gómez, A. Ibarrola, I. Julián, T. Llorens, V. Pérez Escolano, J. Renau, A. Saura y A. Tapies, estuvo preparando sus contenidos durante 1975, y luego su montaje, con misiones de diversa intensidad, entre los que destacaron Bozal y Llorens como comisarios de la muestra, y Arroyo, Corazón y el Equipo Crónica como principales implicados en todo el proceso. Una acción de indudable impacto internacional, que también se materializó en el libro, distinto del deseado en principio, finalmente editado por Gustavo Gili de Barcelona. Frustradas propuestas alternativas, nunca faltó tensión interior, tal como se manifestó en diversos debates y documentos, algunos reflejados en la prensa de entonces. Quizá el más descriptivo en 1976, el número 31-32 de la revista Comunicación XXI. Y recientemente con ocasión de la exposición conmemorativa celebrada en Valencia en el IVAM, entre septiembre de 2018 y enero de 2019. .



Alberto Corazón. Hablemos sólo de diseño



Al cabo de los años, sus referencias biográficas, por ejemplo, en su ficha de la Galería Malborough, o la que figura en su exposición integral de 2008 en Murcia futura, aquella contecimiento se reduce a la frase: “En 1976 es invitado por el Comité Internacional a exponer en la Bienal de Venecia junto con Tapies y el Equipo Crónica”. Sin embargo, Fernando Gómez Aguilera en su amplio estudio “Alberto Corazón: los tentáculos del pulpo, la concha del caracol”, analiza muy bien el contexto temporal, resumido en el proyecto Comunicación, y la recepción del avance de la iconografía y los estudios semióticos, mediante una investigación plástica que tuvo sus manifestaciones en Madrid y Barcelona, con la exposición Leer la imagen (1971, Galería Redor; 1972, Colegio de Arquitectos de Cataluña). El sistema de exposición de Barcelona sería el que aplicaría en Sevilla en la exposición sobre la ciudad promovida en 1975 por ProSevilla en el antiguo convento de Nuestra Señora de los Reyes, premonitoria del destino como espacio expositivo y de actividades culturales de la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía. Gómez Aguilera describe muy bien lo que significó aquella exposición sobre Sevilla, en la que pude colaborar con Alberto. Estuvo auspiciada por el joven promotor Ignacio Medina y Fernández de Córdoba, quien nos invitó a viajar con él al Pazo de Oca (A Estrada, Pontevedra), experiencia extraordinaria, y gélida, de la que surgiría Itinerar (1975) otra de sus obras conceptuales expuestas en 2009 en Centro Cultural Conde Duque, y en 2013 en la Fundación Luís Seoane, que en esa ocasión editaría la publicación Oca. Alberto Corazón.

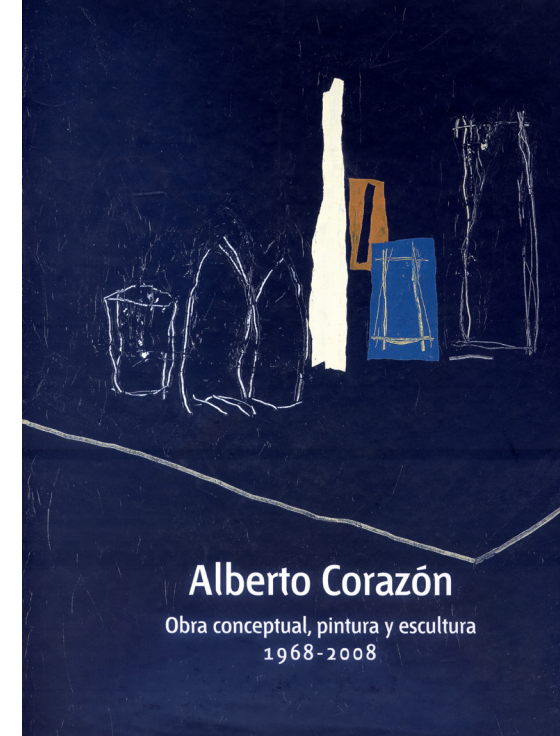
Simón Marchán, amigo y compañero en aquel proceso, con extraordinario dominio del panorama internacional del arte, y de las corrientes estéticas “tras el abandono de los postulados idealistas y románticos”, sería quien mejor sintetizó el desarrollo de las nuevas tendencias artísticas. Su libro *Del arte objetual al arte del concepto 1960-1972* (Alberto Corazón, 1972) contaría con una nueva edición revisada a fondo dos años después. Un trayecto desde la nueva figuración hasta el arte conceptual, incluyendo en la edición de 1974 un capítulo sobre los nuevos comportamientos artísticos en España, en el que cita a Corazón como autor más representativo en Madrid de un conceptualismo empírico-medial, activo tanto en el “valor de uso de la imagen en el diseño” como en experiencias “exponibles”, como en *Leer la imagen*. Pero siempre resumible en su posición “A favor de un arte perfectamente útil” (título de su artículo publicado en *Temas de diseño*, 3, 1973). El proyecto Plaza Mayor, análisis de un espacio (1974), en el que colaboraron Juan Manuel Bonet, Miguel Gómez, Simón Marchán y Esther Torrego, coincidiría en el tiempo con la creación de la colección Documentación/Debates de cuyo comité editorial formábamos parte A. Fernández Alba, S. Marchán, S. Tarragó, J. Vidaurre y yo, donde aparecería el libro *Diseño Industrial* (1974), de Guy Bonsiepe, profesor de la Escuela de Ulm. En ese mismo año Corazón se ocuparía del diseño de los catálogos de las exposiciones del Centro de Arte M 11 de Sevilla.

La exposición de la Bienal de Venecia de 1976 sería la charnela en el proceso de las vanguardias en el tránsito del franquismo a la democracia. De manera que, consolidadas las instituciones del nuevo estado autonómico, los años de hegemonía socialista, la década de los ochenta vería triunfar el posmodernismo cultural, especialmente en Madrid.

Una paradoja que alcanzó a muchas manifestaciones de la vida artística y profesional. También al diseño de lleno. Pero Corazón lideraría el tránsito con gran coherencia, convirtiéndose en protagonista de un diseño operativo en el marco de las administraciones y empresas públicas. En 1989 obtendría el Premio Nacional de Diseño. Cuando se celebró en 1998, en el Museo Nacional Centro de Arte Reina Sofía, la exposición *Diseño Industrial en España*, con Daniel Giralt-Miracle como comisario, acompañado por Juli Capella, Quim Larrea y Pedro Nueno, el extenso catálogo paralelo contaría con un artículo de Alberto Corazón titulado “El diseñador industrial y la empresa pública”. No obstante, sus aproximaciones al diseño de mobiliario (Artespaña), o sus trabajos de amplia transversalidad, como el diseño integral de Cercanías de RENFE, substantivamente propio del campo del diseño gráfico y de la identidad corporativa.

Alberto Corazón, clave en la construcción de la imagen de España

Repasar el recorrido de Alberto Corazón como diseñador permite reconocer, sin lugar a dudas, en mi opinión, su destacada misión en la construcción de la imagen de la España democrática en la década de los ochenta, luchando y venciendo a la banalidad emergente. La identidad corporativa o gráfica de ministerios como el MOPU (1981) o el de Cultura (1983); de autonomías como La Rioja (1983), o Andalucía (1984); en actuaciones de gran complejidad para la ONCE (1984) o el citado de RENFE/Cercanías (1988); así como una larguísima serie de logos que, partiendo de las editoriales Ciencia Nueva y Alberto Corazón, alcanzó a otorgar los signos con los que se reconocen el Círculo de Bellas Artes de Madrid, la Fundación César Manrique de Lanzarote, o la UNED, entre otras muchas entidades y empresas.



La dimensión bifronte de Corazón

En junio de 1995 vimos juntos la exposición que Alberto Corazón celebró en la Galería Elvira González de Madrid. Reunía una treintena de esculturas y objetos realizados en aquellos años. Su dimensión bifronte entre diseñador y artista se había consolidado. El País publicó entonces unas provocadoras declaraciones en las que afirmaba: “No quiero ser moderno. Quiero ser clásico. Me interesan más los griegos que los atributos de la modernidad o de la posmodernidad”. Los objetos allí reunidos eran fruto de su reflexión, le interesaban en su significado como cultura, en lo que tienen de común, más que como objetos artísticos. Su obra iría adquiriendo mayor densidad y reconocimiento. En el marco de la Acción Cultural Exterior, se desarrolló el Programa del Ministerio de Asuntos Exteriores denominado Arte Español para el Exterior, en el que se integraría la exposición Alberto Corazón Inscripción de la memoria, que viajaría a partir de 2003. En su catálogo, Juan Manuel Bonet ofrecía una visión del arte español del siglo XX. E incluía textos de cuatro autores conocedores de la trayectoria de Corazón: Fernando Gómez Aguilera, Simón Marchán Fiz, Valeriano Bozal y Francisco Calvo Serraller. más atención a la adecuada reproducción

En marzo de 2007 me envió, con una dedicatoria y unas notas, un ejemplar de *Palabra e Icono: Signos*, su discurso del noviembre anterior, con el que ingresó como académico de la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando de Madrid y a cuyo acto no había podido acudir. Durante el verano del siguiente año, se celebró en el Institut Valencià d'Art Modern su exposición Alberto Corazón. Obra conceptual, pintura y escultura 1968-2008, que dio pie a un catálogo magnífico. En 2013, la Fundación Murcia Futuro editaría *Trabajar con signos. Diseños de Alberto Corazón 1963 / 2013*, con ocasión de la exposición homónima, y después de haber cedido el conjunto de su obra gráfica a dicha institución. En 2015, celebrando el cincuentenario de su trabajo, la Fundación Telefónica patrocinó la exposición Alberto Corazón. Diseño: la energía del pensamiento gráfico. Al comienzo de ese año se emitió en La 2 de TVE, en el programa Imprescindibles, Siete días con Alberto Corazón. Está accesible y ofrece las luces que permanecen, que se acrecientan; también las sombras que se ciernen sobre todos nosotros con el discurrir del tiempo. Ambos éramos del club de los operados a corazón abierto. En junio de 2019, El País Semanal, incluyó una breve y extraordinaria grabación con Alberto Corazón, en la soledad de la noche en el Museo del Prado, comenta “la lucha contra el tiempo, contra la vejez” que le transmite Saturno devorando a sus hijos de Goya. Tras dejarnos, contemplar estos documentos visuales me produce una ternura especial, un dolor dulce y solidario. ¡Cuánto lamento no haberle visto más en estos años finales!



Despedida

¿Cómo cerrar estas páginas sobre Alberto Corazón? Reproduciendo la última de su catálogo de diseños, Trabajar con signos, “unas pocas certezas” a manera de testamento:

El proceso de diseño, es una amalgama de intuición y conocimiento.

Diseñar debe ser una actividad inteligente.

Destrezas seminales en el diseñador: escuchar y mirar.

La hoja de ruta del diseñador la determina el encargo. En el encargo están las oportunidades y las limitaciones.

Nuestro entorno es un paisaje de signos y objetos. Diseñar es la herramienta que tenemos para optimizar nuestra relación con ellos.

Si un buen diseñador sabe manejarse con las tres dimensiones, a partir de ahora ya no hay diferencias funcionales entre gráfico e industrial. Hablemos solo de diseño.

La más determinante de las funcionalidades es la funcionalidad simbólica.

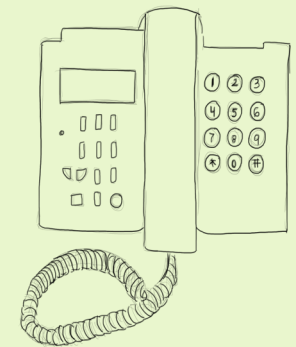
Febrero de 2013

proyector 56

An industrial design journal

“LA PRIMERA CONDICIÓN DE UN DISEÑADOR ES SABER ESCUCHAR”

- Alberto Corazón



Gracias Alberto Corazón

declaración de buenas prácticas 2021

Proyecta56, an Industrial Design Journal es una publicación de convocatoria abierta. Esta revista proporciona un acceso libre y gratuito, y no requiere suscripción previa. Pensamos que ofrecer al público un acceso libre a las investigaciones ayuda a un mayor intercambio global del conocimiento.

Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons de reconocimiento no comercial sin obra derivada 4.0 Internacional cuyo texto completo se puede consultar en [creativecommons.org](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). Por este motivo, se permite la copia, distribución y comunicación pública de los trabajos siempre y cuando se cite al autor del texto y a Proyecta56. No obstante, no se pueden hacer usos comerciales ni obra derivada. Los contenidos de la revista serán liberados y coEste artículo es resultado del proyecto de investigación “Mujeres en la cultura arquitectónica (pos)moderna española, 1965-2000” (código PGC2018-095905-A-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y los Fondos Feder de la Unión Europea.dos en internet para su libre descarga coincidiendo con la aparición del mismo en la periodicidad declarada.

Proyecta56 apuesta por el compromiso ético. El equipo editorial completo (Comité científico y Asesor y Consejo Editorial) subscribe los principios del código ético publicado por el COMMITTEE ON PUBLICATION ETHICS (COPE) en el “Code of conduct and best practices guidelines for journal editors”.

La publicación se compromete a mantener el nivel de integridad más alto posible en el contenido publicado. Por esto, puede usar un software de detección de plagio para examinar las presentaciones. Si se identifica el plagio, se seguirán las pautas de COPE sobre plagio.

Compromiso ético del Consejo Asesor y Equipo Editorial de Proyecta56, an Industrial Design Journal

Se definen como obligaciones y responsabilidades generales de los miembros del Consejo científico y Asesor y Equipo Editorial de la publicación los siguientes:

- Atender en todo momento las demandas y necesi-dades de los lectores y autores.
- Apostar por la mejora continua de la revista.
- Mantener una política de buenas prácticas en igualdad de género y reflejar esta en el contenido de trabajos, la propia publicación y sus órganos de gobierno.
- Velar por la calidad de los contenidos publicados en la revista.
- Defender la libertad de expresión y la pluralidad de las publicaciones.
- Mantener la integridad académica de su contenido.
- Aceptar, en su caso, la publicación de correcciones, aclaraciones, retractaciones y/o disculpas por errores voluntarios o involuntarios que pudieran cometerse.

Compromiso ético de Proyecta56 con sus lectores/as

La publicación se compromete a establecer un canal de comunicación fluido y accesible donde los lectores puedan solicitar información, aclaración o presentar una reclamación. Para contactar con nosotros, cualquier lector puede hacerlo a través del correo electrónico proyecta56@uca.es.

Compromiso ético de Proyecta56 con con los/las autores/as

La revista se compromete a velar por la calidad del material que publica, atendiendo y haciendo cumplir las normas de la revista y sus diferentes secciones. Se compromete a hacer públicas las normas de publicación y de edición, a través de las Instrucciones para autores. Las decisiones del equipo editorial para aceptar o rechazar un documento para su publicación se basan en la originalidad, claridad expositiva, importancia de la aportación del estudio e idoneidad del mismo en relación a la línea editorial de la revista. La publicación se compromete, además, a asignar revisores de reconocido prestigio y reconoce el derecho de los autores/as a estar informados sobre todos los pasos del proceso de revisión, incluido el derecho a apelar contra las decisiones editoriales. La publicación se compromete a mantener actualizados en su página web todas las directrices para los autores, modalidades de envío, los avisos de derechos de autor/a y la declaración de privacidad de los mismos. La presente Declaración ética y de buenas prácticas podrá actualizarse regularmente. Los cambios de composición del Consejo Asesor o Equipo editorial no afectarán a las decisiones ya to-madas salvo casos debidamente justificados.

normas de publicación y edición

20

21

Proyecta56, an Industrial Design Journal admite trabajos originales redactados en castellano e inglés que presenten temáticas relacionadas con el diseño industrial y el desarrollo de productos. Los originales se presentarán a través del siguiente enlace <https://revistas.uca.es/index.php/proyecta56/about/submissions> con cuerpo 12 y en formato word. Para cualquier duda puede enviarse un correo a la dirección: proyecta56@uca.es.

Cada artículo deberá tener, igualmente, un breve resumen en castellano e inglés, el título del artículo traducido al inglés, y entre 4 y 6 palabras claves también en los dos idiomas (perteneciendo al menos 3 a nuestra base de datos).

El documento deberá incluir al menos los apartados de Introducción, Metodología, Resultados, Conclusiones y Referencias (estas últimas en formato APA). Se deberá indicar con claridad a lo largo del texto la colocación de las figuras y las tablas con sus correspondientes pies (en el caso de las figuras) y encabezados (en el caso de las tablas). Todas las imágenes se adjuntarán en formato digital con calidad para ser reproducidas. La revista entiende que los autores tienen los derechos pertinentes para la publicación de las imágenes que proporcionan.

Proyecta56 tiene por objetivo publicar distintos tipos de artículos según sean divulgativos o científicos. Independientemente de la tipología, deberá pertenecer a una de las siete temáticas de la misma.

Los artículos divulgativos serán encargados por parte del comité editorial a autores especialistas. Pueden ser Perspectivas o columnas de opinión con extensión de 2.000 y 800 palabras respectivamente. Dentro de los artículos científicos, se diferencian entre artículos de investigación y revisiones (de al menos 4000 palabras), y notas técnicas (de hasta 1200). Los trabajos científicos serán sometidos al sistema de evaluación externa por pares (doble ciego). Los autores serán informados de la evaluación por los responsables de la revista.

Proyecta56 busca la apertura institucional, por lo que al menos un tercio de los miembros del consejo de redacción debe pertenecer a instituciones ajenas al organismo editor, la Universidad de Cádiz, y al menos un tercio de los autores nunca formarán parte del consejo de redacción.

proyecta 56
proyecta 56
proyecta 56
proyecta 56

proyector 56

An industrial design journal

Un número nuevo cada día mundial del diseño industrial

