

TESIS DE LA UNIVERSIDAD
DE ZARAGOZA

2022 178

Laura Asión Suñer

El diseño modular en la creación de productos para prosumer

Director/es
López Forniés, Ignacio

<http://zaguan.unizar.es/collection/Tesis>

ISSN 2254-7606



Premsas de la Universidad
Universidad Zaragoza



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

EL DISEÑO MODULAR EN LA CREACIÓN DE
PRODUCTOS PARA PROSUMER

Autor

Laura Asión Suñer

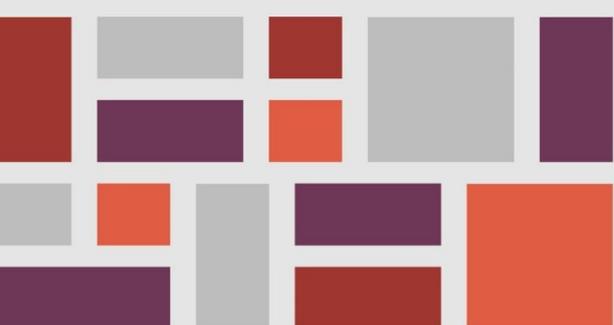
Director/es

López Forniés, Ignacio

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
Escuela de Doctorado

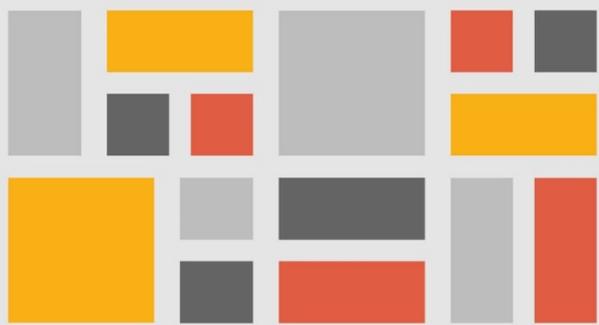
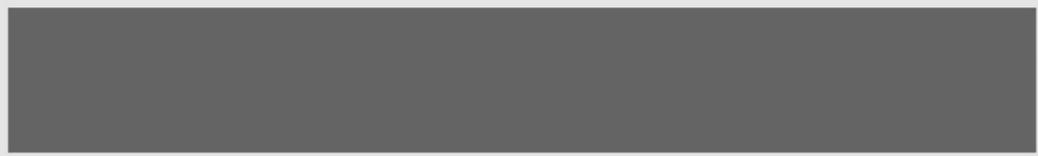
Programa de Doctorado en Ingeniería de Diseño y Fabricación

2022



El diseño modular en la creación de productos para prosumer

Laura Asión Suñer



Zaragoza, 2022

Tesis doctoral dirigida por Ignacio López Forniés



Universidad Zaragoza

1542



Universidad
Zaragoza

Tesis Doctoral

El diseño modular en la creación
de productos para prosumer

Autor

Laura Asión Suñer

Director/es

Ignacio López Forniés

Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)
2022

Somos conscientes de que el sistema puede cambiar, pero nadie puede hacerlo por sí mismo. Aun así, cada diseñador tiene en su poder el reto y la posibilidad de cambiar las cosas, hoy más que nunca. El diseñador es básicamente aquel que sirve como vehículo entre los avances tecnológicos y las demandas que plantea la sociedad. Nos encontramos en un momento donde se precisan cambios, pero al mismo tiempo es difícil imaginar cómo y dónde queremos llegar.

Ezio Manzini, diseñador e investigador

Madrid, 7 de enero de 2013

*A mis padres
y mi hermana.*

RESUMEN

La evolución de los hábitos de consumo es uno de los principales retos sociales que deben afrontar los diseñadores de producto. Actualmente, existe una tendencia a que los usuarios finales se involucren en las fases de diseño y fabricación de sus propios productos. Factores como la fabricación ágil o la democratización del proceso creativo han favorecido la presencia de los usuarios prosumer, entendiendo el término como aquellos usuarios que producen parte de lo que consumen (productores y consumidores). Las herramientas disponibles para ello también han evolucionado para ofrecer medios de producción efectivos y fáciles de usar. En este contexto, se identifica la necesidad de adaptar el proceso de diseño a estos nuevos usuarios a través de la evolución de los recursos de los que ya disponemos.

El diseño modular ofrece una serie de ventajas directamente relacionadas con las necesidades de los prosumers que apenas se han aprovechado para beneficiarlos. Algunas de sus características, como la variedad de productos, la independencia funcional o la adaptabilidad, pueden facilitar notablemente la inclusión del usuario en el proceso creativo. Sin embargo, su evolución se ha orientado a aspectos relacionados con el desarrollo del producto que quedan ocultos a ojos del consumidor. Además, existe una carencia de métodos de diseño modular en las fases conceptuales del diseño de producto. Por otro lado, los métodos encontrados están dirigidos a perfiles especializados, como ingenieros o diseñadores industriales, sin tener en cuenta los usuarios finales que podrían beneficiarse de ellos y la posterior usabilidad que darán al producto.

La presente tesis doctoral analiza la relación actual y futura entre el diseño modular y el ámbito prosumer para establecer una serie de pautas que faciliten la creación de nuevos métodos de diseño en esta área. Para ello, el trabajo de investigación se estructura en cuatro fases principales: definición del estado del arte del diseño modular; caracterización del diseño modular; estudio del prosumer en la era actual; y aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer. Los resultados principales de la investigación ofrecen una definición aplicable del diseño modular, un detallado estudio de campo que muestra la realidad del prosumer actual y una propuesta metodológica de diseño modular orientada al prosumer. En cuanto a este último resultado, cabe destacar que se ha desarrollado en dos vertientes: la primera, a través de una experimentación en un proyecto real y, la segunda, mediante el desarrollo y validación de un método de evaluación de productos modulares para el prosumer. Además, también se define un estilo gráfico y comunicativo que facilita la comprensión, aplicación y aceptación de futuros métodos de diseño por parte de usuarios no especializados.

ABSTRACT

The evolution of consumption habits is one of the main social challenges that product designers must face. Currently, there is a trend for end users to become involved in the design and manufacturing phases of their own products. Factors such as agile manufacturing or the democratization of the creative process have favored the presence of prosumer users, understanding the term as those users who produce part of what they consume (producers and consumers). The tools available for this have also evolved to offer easy-to-use and effective means of production. In this context, the need to adapt the design process to these new users through the evolution of the resources we already have is identified.

The modular design offers a series of advantages directly related to the needs of prosumers that have hardly been used to benefit them. Some of its characteristics, such as the variety of products, functional independence or adaptability, can greatly facilitate the inclusion of the user in the creative process. However, its evolution has been oriented to aspects related to the development of the product that are hidden from the eyes of the consumer. Furthermore, there is a lack of modular design methods in the conceptual phases of product design. On the other hand, the methods found are aimed at specialized profiles, such as engineers or industrial designers, without taking into account the end users who could benefit from them and the subsequent usability that they will give to the product.

This doctoral thesis analyzes the current and future relationship between modular design and the prosumer field to establish a series of guidelines that facilitate the creation of new design methods in this area. For this, the research work is structured in four main phases: state of the art of modular design; modular design characterization; study of the prosumer in the current era; and application of modular design in the prosumer field. The main results of the research offer an applicable definition of modular design, a detailed field study that shows the reality of the current prosumer and a modular design methodological proposal oriented to the prosumer. Regarding this last result, it should be noted that it has been developed in two ways: the first, through the experimentation in a real project and, the second, through the development and validation of a method for evaluating modular products for the prosumer. In addition, a graphic and communicative style is also defined that facilitates the understanding, application and acceptance of future design methods by non-specialized users.

AGRADECIMIENTOS

La presente tesis doctoral es el resultado de un amplio recorrido de esfuerzo y motivación, pero también de sacrificio y perseverancia. Pese a las adversidades, esta experiencia me ha brindado un gratificante aprendizaje que me acompañará siempre. Esto no hubiera sido posible sin el apoyo de las personas que han permanecido constantemente a mi lado durante este proceso.

Gracias a Ignacio López-Forniés por su impecable trabajo de dirección. Todas las conversaciones y reflexiones que hemos mantenido me han ayudado a ganar perspectiva y cuestionarme aspectos esenciales para esta investigación. Su incesante apoyo y ánimo me ha hecho continuar y encontrar soluciones incluso cuando yo no las veía. Sin duda, ha sido el mejor referente académico para esta tesis.

Querría mostrar también mi agradecimiento a todas las personas que durante estos años han seguido la investigación y han contribuido a su mejora a través de revisiones académicas, congresos, jornadas y seminarios. Así como a los miembros del tribunal de defensa, quienes amablemente han accedido a evaluar esta tesis.

Gran parte de este trabajo recae en la investigación y experimentación con colaboradores externos. En este aspecto, quiero agradecer su tiempo y dedicación a todos los voluntarios que han hecho entrevistas, encuestas y talleres. En especial, a la comunidad maker por mostrarse siempre disponible para colaborar.

No me olvido de mis amigas, quienes han soportado mi poca disponibilidad social con gran comprensión y han hecho los momentos duros mucho más llevaderos. No sólo me han ayudado a desconectar, sino que también han contribuido en la investigación siempre que han podido, aunque eso conllevara tener que leer esta tesis.

Gracias a mi familia por ser mi gran apoyo. A Julio, por su amabilidad y bondad; a mi hermana, Ana, que es el mejor ejemplo de esfuerzo, lucha y perseverancia que conozco; y a mis padres, Miguel y Mercedes, quienes siempre han hecho todo lo que ha estado en sus manos para allanarme el camino. Gracias por animarme a seguir intentándolo y no rendirme. Todo lo que he conseguido es gracias a vosotros.

Y por supuesto, gracias a Marc. Por ser mi compañero de vida, por ayudarme a crecer, por compartir ilusiones conmigo y por estar siempre a mi lado.

RESUMEN	I
AGRADECIMIENTOS	V
LISTA DE FIGURAS	XIII
LISTA DE TABLAS	XIV
INTRODUCCIÓN	1
Contexto actual	2
Objetivos y fases de la tesis doctoral	3
Interés e impacto	6
ESTADO DEL ARTE DEL DISEÑO MODULAR	11
Metodología	11
<i>Búsqueda de información</i>	13
¿Qué es el diseño modular?	15
<i>Definición y características</i>	15
<i>Términos relacionados</i>	16
<i>Sectores</i>	17
<i>Ventajas y debilidades</i>	18
¿Cómo se aplica?	20
<i>Métodos actuales</i>	20
<i>Métodos en desarrollo</i>	22
<i>Teorías</i>	22
¿Quién lo aplica?	23
<i>Presencia y aplicación en la industria</i>	24
<i>Estudio de casos</i>	25
<i>Análisis de casos y sectores</i>	29
<i>Aplicación futura: la importancia de la evolución</i>	32
Líneas de investigación en diseño modular	34
<i>Visión de otros autores</i>	35
<i>Estado actual del diseño modular</i>	35
<i>Definición y elección de las líneas de investigación</i>	37

CARACTERIZACIÓN DEL DISEÑO MODULAR	45
Necesidad por falta de consenso	46
Proceso de caracterización	47
Relación M/A/P	48
<i>Módulo</i>	49
<i>Arquitectura de producto</i>	50
<i>Proceso de diseño modular</i>	51
<i>Otros conceptos relacionados</i>	52
<i>Relación M/A/P en el proceso de diseño</i>	53
<i>Aplicación de la relación M/A/P en casos reales</i>	56
Definición de características	57
<i>Características esenciales</i>	57
<i>Características complementarias</i>	58
<i>Sumario de características</i>	60
Caracterización en un caso real: el boli BIC	61
Importancia de la caracterización en el contexto actual	64
<i>La caracterización y su aplicación real</i>	65
<i>El diseño modular en la relación M/A/P</i>	66
<i>La relación M/A/P en la aplicación de diseño modular</i>	67
EL PROSUMER EN LA ERA ACTUAL	71
El prosumer en el proceso creativo	72
Análisis de casos de diseño de producto	74
<i>Clasificación de casos</i>	74
<i>Comparativa entre casos</i>	75
Herramientas utilizadas	77
<i>Búsqueda de casos actuales</i>	78
<i>Análisis de herramientas físicas y digitales</i>	78
<i>La evolución del usuario prosumer</i>	81
<i>Herramientas según las necesidades del usuario</i>	82
Métodos de diseño y fabricación para prosumers	85
<i>Proceso de búsqueda</i>	86
<i>Metodologías y casos reales</i>	87
<i>Potencial desarrollo de métodos para prosumer</i>	88
Organizaciones prosumer	89
<i>Búsqueda de organizaciones</i>	90

Objetivos sociales	95
Planificación del estudio de campo	97
Entrevistas a expertos	98
<i>Preguntas y expertos entrevistados</i>	98
<i>La figura del prosumer</i>	100
<i>Características y beneficios del diseño modular</i>	104
<i>Uso de metodologías de diseño</i>	106
<i>Aplicación del diseño modular en el ámbito maker</i>	108
<i>Experimentación de un nuevo método de diseño</i>	109
<i>Potencialidad del diseño modular</i>	110
Maker Faire Bilbao 2019	111
<i>Planificación previa</i>	112
<i>Asistencia al evento</i>	114
<i>Aportaciones a la investigación</i>	116
Encuesta a usuarios prosumer	117
<i>Estructura y estrategia de difusión</i>	118
<i>Resultados obtenidos</i>	121
<i>Adopción del diseño modular por prosumers y makers</i>	122
APLICACIÓN DEL DISEÑO MODULAR EN EL ÁMBITO PROSUMER	129
Análisis de los métodos de diseño modular y de prosumer	132
<i>Definición del proceso de diseño modular y de prosumer</i>	132
<i>Análisis de los métodos de diseño modular</i>	135
<i>Análisis de los métodos y herramientas para el prosumer</i>	136
Uso actual del diseño modular enfocado al prosumer	138
<i>Aplicación en casos reales</i>	139
<i>Métodos comunes de diseño</i>	141
<i>Relación diseño modular-prosumer</i>	142
Propuesta de un nuevo método de diseño	144
<i>Objetivos a cumplir</i>	145
<i>Fases para la creación del nuevo método</i>	148
<i>Definición y justificación del método</i>	150
<i>Guía y presentación de la propuesta</i>	151
Acercamiento del diseño a prosumers y usuarios no especializados	154
<i>Antecedentes</i>	155
<i>Definición del estilo gráfico y comunicativo</i>	159
<i>Divulgación del método</i>	162
Experimentación en un proyecto real	164

<i>Ámbito de aplicación y planificación</i>	164
<i>Taller de diseño con makers y diseñadores</i>	167
<i>Trabajo Fin de Estudios: Diseño modular para el prosumer</i>	177
Método de evaluación: desarrollo y aplicación	179
<i>Checklist para evaluar el diseño modular</i>	181
<i>Propuesta del método para prosumers</i>	186
<i>Validación con usuarios</i>	196
RESULTADOS Y CONCLUSIONES	209
Publicaciones, difusión y otros resultados	210
<i>Artículos JCR</i>	210
<i>Capítulos de libro</i>	210
<i>Congresos y jornadas</i>	211
<i>Reconocimientos</i>	212
<i>Actividades formativas</i>	212
<i>Otros resultados</i>	213
Consecución de objetivos	214
<i>Aportaciones</i>	218
Conclusiones	219
Trabajo futuro	221
REFERENCIAS	225
ANEXO I: GUÍA DE USO DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN	241
ANEXO II: APLICACIÓN DEL MÉTODO	249
<i>Sesión creativa con makers y diseñadores</i>	249
<i>Evaluación interna de los conceptos</i>	283
<i>Método de evaluación: validación con usuarios</i>	295
ANEXO III: ENCUESTA	309
Informe de resultados	309
Preguntas y contenido	319
Proceso de difusión	325

ANEXO IV: ENTREVISTAS	333
Investigadores y personal universitario	333
<i>Manuel Martínez Torán (Universidad de Valencia)</i>	333
<i>Enrique Torres (Universidad de Zaragoza)</i>	335
<i>Francisco Sanz (Bifi)</i>	336
<i>Rebeca Caverro (Etopia)</i>	338
Proyectos maker de co-creación	339
<i>Mario Melendo (WikiHouse)</i>	339
<i>Pablo Rubio (Escornabot)</i>	341
Fab Labs y asociaciones maker	342
<i>César García (La Hora Maker)</i>	342
<i>Carlos Vega (Makers Asturias)</i>	345
<i>Pablo Nuñez (Fab Lab León)</i>	346
<i>Sara Alvarellós (MakerSpace Madrid)</i>	348
<i>Alejandro Juan García (Makers Asturias)</i>	349
<i>Luis Martín (Makeroni Labs)</i>	350
<i>Pablo Aliaga (Zaragoza MakerSpace)</i>	351
ANEXO V: ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO	353

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Infografía de las fases del proceso a seguir en la investigación.	6
Figura 2. Metodología de trabajo seguida en el estudio del arte del diseño modular.	12
Figura 3. Mapa mental del estado del arte del diseño modular.	13
Figura 4. Presencia del diseño modular según los sectores de la industria.	31
Figura 5. Definición de las líneas de investigación identificadas del diseño modular.	34
Figura 6. Infografía de la línea de investigación. Póster para las Jornadas Doctorales del G9 (Santander, 2018).	39
Figura 7. Proceso de caracterización y definición del diseño modular.	45
Figura 8. Diagrama de la relación módulo, arquitectura de producto y proceso de diseño.	49
Figura 9. Gama de productos de papelería de la empresa BIC.	61
Figura 10. Módulos principales de los bolígrafos BIC Cristal y BIC 4 colores.	62
Figura 11. Proceso de estudio y análisis sobre el prosumer en la era actual y su contexto.	71
Figura 12. Niveles de intervención del prosumer en el proceso creativo del producto.	74
Figura 13. Casos enfocados al prosumer según el nivel de intervención y los usuarios implicados.	76
Figura 14. Herramientas utilizadas en los casos analizados según cada cuadrante.	76
Figura 15. Infografía de las herramientas para prosumer. Póster para el 29 congreso Ingegraf (Logroño, 2019).	84
Figura 16. Coincidencias a nivel conceptual entre los términos maker y prosumer.	101
Figura 17. Estrategia de difusión de la encuesta. Infografía para el 23 congreso internacional ICED (Gothenburg, 2021).	120
Figura 18. Infografía de la propuesta de aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer.	131
Figura 19. División del proceso de diseño en ocho fases de acuerdo al criterio de otros autores.	133
Figura 20. Esquema obtenido de “Design Methods” (Jones, 1970).	133
Figura 21. Fases y su relación con los objetivos de diseño modular y de prosumer.	134
Figura 22. Análisis de los métodos de diseño modular según las fases del proceso.	135
Figura 23. Análisis de los métodos para el prosumer según las fases del proceso.	137
Figura 24. Relación entre el diseño modular y el ámbito prosumer.	143
Figura 25. Objetivos para la creación de métodos de diseño modular orientados al prosumer.	145
Figura 26. Propuesta esquematizada del método a desarrollar.	153
Figura 27. Método de evaluación aplicado sobre uno de los conceptos del taller.	170
Figura 28. Secuencia completa de plegado del carro portátil desarrollado.	178
Figura 29. Modelado 3D y prototipo del concepto N°20 desarrollado en el taller.	179
Figura 30. Proceso de desarrollo y validación del método de evaluación.	180
Figura 31. Uso de ejemplos reales para facilitar la aplicación del método.	193
Figura 32. Páginas correspondientes a la guía de uso.	198
Figura 33. Formulario de evaluación enviado a los usuarios.	199
Figura 34. Infografía de los resultados y conclusiones generados por la tesis doctoral.	209

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Primeras referencias bibliográficas encontradas sobre diseño modular.	14
Tabla 2. Métodos consensuados de diseño modular en la actualidad.	21
Tabla 3. Métodos en desarrollo de diseño modular.	22
Tabla 4. Casos documentados de la aplicación del diseño modular en la industria.	27
Tabla 5. Casos recientes no documentados de la aplicación del diseño modular en la industria.	28
Tabla 6. Análisis de casos según su fase de aplicación, propósito y particularidades.	30
Tabla 7. Análisis de los métodos de diseño modular y su cumplimiento con la relación M/A/P.	55
Tabla 8. Productos diseñados con métodos basados en diseño modular y su relación M/A/P.	57
Tabla 9. Sumatorio de la aparición de características en las definiciones revisadas.	61
Tabla 10. Cumplimiento de las características definidas en los dos productos analizados.	62
Tabla 11. Características de los casos individuales con libertad de participación.	79
Tabla 12. Características de los casos individuales con una participación restringida.	80
Tabla 13. Características de los casos colectivos con libertad de participación.	80
Tabla 14. Características de los casos colectivos con una participación restringida.	81
Tabla 15. Métodos académicos de diseño y fabricación para el prosumer.	87
Tabla 16. Métodos de diseño y fabricación para prosumer basados en casos reales.	88
Tabla 17. Asociaciones prosumer en el ámbito local (Zaragoza).	91
Tabla 18. Asociaciones prosumer en el ámbito nacional (España).	92
Tabla 19. Asociaciones prosumer de otros países con presencia internacional.	92
Tabla 20. Empresas internacionales que centran su actividad en el entorno maker.	93
Tabla 21. Espacios para el prosumer en el ámbito local (Zaragoza).	93
Tabla 22. Ejemplos de espacios dedicados al prosumer a nivel mundial.	94
Tabla 23. Eventos dedicados al prosumer a nivel mundial.	95
Tabla 24. Preguntas realizadas en las entrevistas a expertos.	98
Tabla 25. Información principal de los expertos entrevistados.	100
Tabla 26. Casos reales de diseño modular para prosumer.	140
Tabla 27. Métodos de diseño modular enfocados en el usuario.	142
Tabla 28. Características y coincidencias entre los tres tipos de guías definidas.	160
Tabla 29. Planificación de la experimentación con el método de diseño propuesto.	167
Tabla 30. Lista completa de conceptos generados durante los dos talleres de diseño.	173
Tabla 31. Evaluación interna realizada por los tres coordinadores del taller.	174
Tabla 32. Evaluación de los conceptos evolucionados tras la evaluación interna.	177
Tabla 33. Proceso de creación, desarrollo y validación del método de evaluación.	180
Tabla 34. Definición y dependencias de las características del diseño modular.	182
Tabla 35. Preguntas de cada característica para el checklist.	183
Tabla 36. Experimentación con la herramienta propuesta para evaluar el diseño modular.	184
Tabla 37. Lista de los 35 productos evaluados por el método propuesto.	188

Tabla 38. Método de evaluación de productos modulares centrados en el prosumer.	190
Tabla 39. Resultados de la evaluación de los 35 productos con el método propuesto.	192
Tabla 40. Productos a evaluar por los profesionales.	197
Tabla 41. Media de los resultados de la evaluación de cada producto.	200
Tabla 42. Valoración del índice de convergencia de los resultados.	201
Tabla 43. Consecución de objetivos en cada fase de la investigación.	216
Tabla 44. Estudio bibliográfico para la caracterización del diseño modular.	366

Introducción

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN

El diseño modular es el diseño basado en módulos independientes que, mediante conexiones estandarizadas, dan lugar a la variedad de producto e incrementan su capacidad de adaptación, personalización y actualización, entre otras características. Ha estado presente en diversos ámbitos durante las últimas décadas por las ventajas que ofrece a la hora de gestionar sistemas complejos. Algunos de los campos donde más evolución ha experimentado han sido el informático, el electrónico y el de desarrollo de producto. Si nos centramos en este último, encontramos que el diseño modular ha tenido una presencia más fuerte en sectores como el automovilístico y el mobiliario. Por ello, podemos encontrar numerosos casos reales donde ha resuelto cuestiones de fabricación, personalización y montaje, entre otros aspectos. En algunos casos, ha sido utilizado intencionadamente como una metodología de diseño; en otros, se ha aplicado de forma impremeditada para dar solución a un problema surgido durante el desarrollo del producto.

Debido a su presencia en ámbitos tan diversos, el diseño modular puede ser abarcado desde múltiples perspectivas. Por ello son numerosos los autores que se han dedicado a su estudio y han establecido con sus investigaciones lo que hoy son sus bases (C. Baldwin & Clark, 1997; Erixon, 1998; Lehtonen, 2007; Russell Marshall, 1998; A. Shamsuzzoha, 2010; Smith, 2009). Una de las conclusiones más destacables de estas investigaciones es que la presencia del diseño modular en los productos, servicios y procesos es un factor clave en el desarrollo tecnológico, económico y social.

Paralelamente a su aplicación real, estos autores han desarrollado, testeado y evolucionado metodologías orientadas a la modularización de productos complejos, la creación de plataformas de producto y la simplificación de las funciones, entre otros objetivos de diseño. Estas metodologías se pueden dividir en cuatro categorías principales: *checklists*, reglas de diseño, métodos basados en matrices y métodos paso a paso (J K Gershenson, 2004). Se identifica que la mayoría de ellas están enfocadas a hacer un análisis funcional del producto, existiendo una carencia de metodologías enfocadas en las fases conceptuales, tal y como respaldan estudios previos (Echevarría–Quintana, 2015). En definitiva, debido al frecuente uso del diseño modular en productos reales y su evolución en el desarrollo de metodologías, podemos afirmar que su presencia es cada vez más fuerte en el diseño y desarrollo de productos. En la literatura, diversos autores respaldan la importancia de su desarrollo en la evolución industrial. Afirman que es capaz de responder a las grandes necesidades industriales, como las nuevas tecnologías y la fabricación ágil (Russell Marshall, 1998), y que su desarrollo es un hito en la historia de la producción industrial (Lehtonen, 2007).

Si nos centramos en el entorno actual, identificamos uno de los fenómenos que están marcando la presente evolución industrial: la Industria 4.0. Este concepto corresponde a una nueva manera de organizar los medios de producción cuyas bases tecnológicas son: Internet de las cosas, Sistemas ciberfísicos, Cultura maker (DIY) y Fábrica 4.0 (Corino López, 2019; Davies, 2015; Drew, 2019). Se detecta que el diseño modular puede llegar a tener una fuerte connotación en el desarrollo de las dos últimas bases al permitir trabajar el ámbito del diseño y la fabricación de manera conjunta (Alpala et al., 2018; Weyer, Schmitt, Ohmer, & Gorecky, 2015). En este aspecto, la modularidad es un requisito esencial para satisfacer la flexibilidad de personalizar productos, lo que está empujando a las empresas a aplicarlo en el diseño y desarrollo de productos (A. Shamsuzzoha, 2010). No obstante, el diseño modular no sólo tendría cabida en la fabricación desde el punto de vista de la industria, sino también desde el del usuario. Sus características permiten crear productos personalizables, adaptables y evolutivos. Esto convierte al diseño modular en un gran hito dentro de la *cultura maker*, que se basa en la corriente DIY (*Do it Yourself*), y para los usuarios *prosumer*, que son aquellos que producen lo que consumen y que pueden dar respuesta a algunos de los principales Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). Por ello, esta investigación alberga un enfoque que tiene en cuenta la actual evolución industrial y el contexto en el que se desarrolla, que incluye la sociedad en general y los consumidores en particular.

Contexto actual

El modelo económico y social actual ha evolucionado hasta dar lugar a un consumo efímero y perecedero de prácticamente todos los productos y servicios a los que los usuarios se ven expuestos. Este hecho condiciona la forma en la que los usuarios entienden y consumen los productos más cotidianos, haciendo que su ciclo de vida útil sea cada vez más corto y adelantando su deshecho debido a fenómenos como la moda o nuevos lanzamientos. Un ejemplo de ello es el de la industria textil, donde en 15 años la producción mundial de ropa se ha duplicado, pero su uso se ha reducido a la mitad (El País, 2019). El rápido desarrollo de las tecnologías de la comunicación en los últimos años ha hecho que las empresas puedan llegar de una forma más fácil y directa al usuario a través de herramientas como la publicidad inteligente. Por ello, los usuarios actuales cuentan con la ventaja de tener a su alcance numerosas gamas de productos entre los que elegir, aceptando y resignándose al hecho de no poder intervenir de ninguna forma en los productos que consumen. Los usuarios creen tener conciencia sobre los problemas mundiales que supone el consumo efímero, pero no saben encontrar una conexión con sus actos individuales y, por ello, no cambian sus hábitos de compra.

El surgimiento del usuario prosumer en la era actual es la consecuencia de un deseo más que de una necesidad. Actualmente los usuarios que han decidido convertirse en prosumer e intervenir en el proceso de diseño, fabricación o actualización de sus productos, se mueven más por el deseo de tener algo único y propio creado por ellos mismos que por la necesidad de cambiar su forma de consumir productos. No obstante, este aspecto es positivo a la hora de difundir esta corriente entre el resto de los usuarios, por lo que puede acabar convirtiéndose en una alternativa al modo de consumo actual si se desarrolla con las herramientas adecuadas. En este contexto, el diseño modular ha sido ampliamente estudiado en el ámbito del desarrollo de producto. No obstante, la dirección que ha tomado tiene como finalidad facilitar la variedad de productos a través de la creación de plataformas y familias de productos. Todos estos avances, han sido creados para su aplicación en el ámbito productivo, ofreciendo así beneficios a las empresas que son ocultos al consumidor. En conclusión, la forma en la que el diseño modular ha evolucionado ha sido para facilitar el modo de consumo actual al aportar una fabricación flexible y una mayor variedad de productos que ofrecer al usuario.

Se encuentran dos nichos en la evolución que ha experimentado el diseño modular. El primero y más destacable es el que se refiere a su relación con el diseño de producto. En el estado del arte encontramos que el diseño modular apenas se ha investigado en su aplicación en las fases de diseño. Esto se debe a que su estudio se ha centrado en el desarrollo de producto por entender al diseño modular como una herramienta más que por un objetivo de diseño. El segundo nicho, que está estrechamente relacionado con el primero, se refiere a la relación del diseño modular con el usuario. Hasta el momento, en la mayoría de los casos, la modularidad de los productos ha estado oculta a los usuarios. Esto es porque todo el interés en la investigación del diseño modular se ha depositado en las ventajas que este puede ofrecer a las empresas en los procesos de fabricación.

Objetivos y fases de la tesis doctoral

El objetivo de esta tesis es analizar la relación actual y potencial entre el diseño modular y el ámbito prosumer para establecer una serie de pautas que faciliten la creación de nuevos métodos de diseño en esta área. La definición de este objetivo y su cumplimiento genera como consecuencia una serie de objetivos secundarios:

- **Definir el estado del arte del diseño modular** mediante un estudio bibliográfico que muestre la evolución y desarrollo realizado en el ámbito hasta el momento, incluyendo un análisis de metodologías de diseño modular y su aplicación en casos reales. Esto supondrá el primer paso para crear productos modulares, pues es necesario entender desde el principio qué es el diseño modular, qué lo caracteriza y cómo se aplica.
- **Establecer una caracterización genérica y aplicable para el diseño modular** que tenga en cuenta la relación entre módulo, arquitectura de producto y proceso de diseño. A día de hoy no existe un consenso sobre la definición de diseño modular, lo que dificulta su correcta aplicación. Definir en detalle una serie de características básicas permitirá facilitar su futura aplicación a través del cumplimiento de estas.
- **Analizar la relación del prosumer con el diseño de producto** a través de un estudio de campo que permita conocer en qué ámbitos ha tenido mayor presencia, qué herramientas utiliza y cuáles son sus niveles de actuación. El objetivo es analizar el contexto actual y las necesidades a las que debe responder la futura aplicación del diseño modular en la creación de productos para el prosumer. Esta información permite concluir cuál es en la actualidad la mejor forma de desarrollar un producto en el que el prosumer pueda intervenir.
- **Establecer una serie de pautas para la creación de nuevos métodos de diseño** centrados en crear productos para el prosumer a través del diseño modular como Especificación de Diseño del Producto (EDP). La aplicación del método será preferiblemente en las fases conceptuales de diseño, que son las que más innovación y capacidad de cambio suponen sobre el producto, y permitirá la intervención del prosumer, de modo que el diseño modular sea visible y esté claramente enfocado al usuario.
- **Validar la propuesta metodológica** mediante su aplicación en el proceso de diseño de un producto de uso cotidiano. Paralelamente, también se aplicará un nuevo método de evaluación a diferentes tipologías de producto para saber si es aplicable a múltiples ámbitos de producción. Para concluir el proyecto, se expondrán una serie de conclusiones que pongan de manifiesto la situación de uso más óptima del método, así como posibles mejoras a implementar para optimizar su objetividad y aplicación por parte de los usuarios finales.

El proyecto será elaborado a lo largo de cuatro fases que se organizan distribuyendo las tareas del siguiente modo:

Primera fase:

- Revisión bibliográfica centrada en definir el estado del arte del diseño modular: definiciones, metodologías y aplicación en casos reales. Se parte del Trabajo Final de Máster titulado *Estudio de los métodos de diseño modular y sus aplicaciones* en el *Máster en Ingeniería de Diseño de producto* de la Universidad de Zaragoza (curso 2016/2017).
- Caracterización del diseño modular a través del estudio de los principales autores que lo han investigado para establecer un consenso de su definición.

Segunda fase:

- Búsqueda de casos reales de productos que permiten la intervención del prosumer en las fases de diseño, transformación, desarrollo y fabricación.
- Estudio de las herramientas actuales, digitales y físicas, utilizadas por los prosumers. Análisis de su uso e interacción con el usuario.

Tercera fase:

- Estudio de campo en torno a la figura del prosumer a través de entrevistas a profesionales, una encuesta a usuarios, asistencia a un evento maker y recopilación de organizaciones y espacios existentes.
- Análisis del proceso y los métodos de diseño modular y de prosumer, definición de la relación actual y potencial entre los dos ámbitos.

Cuarta fase:

- Propuesta de una serie de pautas para generar nuevos métodos basados en la creación de productos para el prosumer a través del diseño modular.
- Aplicación del método de diseño propuesto sobre un producto concreto de uso. Análisis de su comprensión por parte de usuarios no especializados.
- Análisis de los resultados que ponga en manifiesto la efectividad del método de evaluación y su funcionamiento en diversos ámbitos, lo que permitirá identificar mejoras. Redactar el proyecto de investigación en forma de tesis.

De forma simultánea al desarrollo de la tesis en cada una de sus fases, los avances realizados se darán a conocer a la comunidad científica a través de la realización de diversos congresos y publicaciones. La siguiente infografía (Figura 1) muestra de forma sintetizada el proceso descrito:



Figura 1. Infografía de las fases del proceso a seguir en la investigación.

Interés e impacto

El diseño modular se ha utilizado con frecuencia en la industria para superar las demandas de los clientes y hacer que el proceso de fabricación sea más adaptable al cambio. Son numerosos los casos que prueban sus beneficios, dando incluso lugar a nuevos conceptos de producto como *kit car* o arquitectura modular. Algunos de los ejemplos más destacables los encontramos en sectores como el automovilístico –en empresas como Ford (Russell Marshall, 1998) o Volkswagen (Rendell, 2001)–, el arquitectónico (IKEA, 2018), el mobiliario (MIT, 2019), el electrónico (Sanderson & Uzumeri, 1995), el juguetero (LEGO, 2019), el informático (C. Baldwin & Clark, 1997) y el mecánico (Lehtonen, 2007). Otro sector en el que se ha empezado a desarrollar es en el diseño de servicios (Böhmman & Junginger, 2003), donde ofrece ventajas como la mejora de la calidad, saber lo que el cliente necesita y llegar a diversos tipos de usuarios.

En cuanto al contexto industrial y medioambiental, encontramos que el presente modelo económico lineal de “*producir, usar y tirar*” está llegando al límite de su capacidad (Hermida Balboa & Domínguez, 2014). La economía circular es una alternativa basada en “*reparar, reutilizar y reciclar*” y cuyo objetivo es «*cerrar el ciclo de vida*» de los productos (Bourguignon, 2015). De hecho, una de sus características fundamentales consiste en aumentar la resiliencia por medio de la diversidad. En este

aspecto, la modularidad, la versatilidad y la adaptabilidad son características muy apreciadas en un mercado que evoluciona rápidamente (Ellen Macarthur Foundation, 2019). Por ello, el diseño modular puede aportar grandes mejoras a la economía puesto que permite el desarrollo de productos reutilizables, reparables y actualizables, a la vez que contempla mejoras en el tiempo, calidad, costes de producción, mantenimiento, intercambiabilidad y personalización, los cuales son requerimientos del mercado actual.

Las evidencias muestran que es necesario el desarrollo del diseño modular en la actualidad debido al contexto en el que se sitúa. Este hecho se está reflejando en todos los casos existentes en la industria actual, así como su desarrollo en el ámbito académico. Con estas pruebas se puede confirmar que resulta de gran interés llevar a cabo una evolución del diseño modular centrado en el usuario prosumer, trabajando la conceptualización del diseño y la fabricación de forma conjunta. A pesar de las numerosas ventajas del diseño modular y de la diversidad de campos en los que se ha aplicado y estudiado, todavía no se ha propuesto una relación con el prosumer desde la investigación. La capacidad del diseño modular de cubrir necesidades actuales en las que interviene directamente el prosumer, como la participación en el proceso creativo, permite abarcar el tema propuesto desde el ámbito del diseño, el desarrollo de productos y la fabricación.

Así pues, los motivos que han condicionado la elección de esta línea de investigación son principalmente dos. En primer lugar, la escasa presencia del diseño modular en las fases conceptuales del diseño de producto. La mayor parte de la investigación en torno al diseño modular se centra en su aplicación en las fases de desarrollo (fabricación, montaje, etc.) y no en las de diseño. Es necesario buscar nuevas metodologías que establezcan la relación entre estas dos fases a través de la unión del estudio de las funciones y estructuras con el diseño conceptual. En segundo lugar, la falta de relación entre el diseño modular y el usuario final del producto al estar este oculto a los usuarios debido a su único uso en el desarrollo del producto y no en las fases posteriores de uso. Por ello, no existe ninguna metodología de diseño modular centrada en la creación de productos para prosumer que pueda extrapolarse a diferentes sectores de producto.

Por otra parte, el desarrollo de esta tesis puede dar lugar a un aumento de la interacción entre investigación y los consumidores finales al colaborar con makers y prosumers para implementar algunos de los puntos citados. Esto puede contribuir a la generación de futuras líneas de investigación que tengan al usuario final como eje central en el desarrollo de nuevos productos. Además, este proyecto alberga beneficios económicos y sociales al facilitar la creación de productos modulares y potenciar la presencia de los prosumers en el mercado. Como resultado, se ofrece la posibilidad de intervenir en el proceso de diseño y fabricación con el fin de crear productos adaptables, económicos y asequibles que pueden dar respuesta a algunos ODS como la producción responsable, el crecimiento económico o la innovación.

Estado del arte del diseño modular

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





**ESTADO DEL ARTE
DEL DISEÑO MODULAR**

Imagen: Máquina excavadora de Meccano

ESTADO DEL ARTE DEL DISEÑO MODULAR

El capítulo comienza con una búsqueda bibliográfica que permite hacer una revisión del diseño modular, conocer cuál ha sido su evolución y cuál es su estado actual. Esta revisión será la base sobre la que se definirá su estado del arte en los pasos posteriores, que se centran en tres preguntas claves: *¿Qué es el diseño modular?*, *¿Cómo se aplica?* y *¿Quién lo aplica?*

El primero (*¿Qué es el diseño modular?*) empieza aportando una definición de *diseño modular* a través de las definiciones de varios autores. Además, se redactan una serie de características que lo definen. Luego, se hace lo propio con términos relacionados como *modularidad*, *arquitectura de producto* y *plataforma de producto*. En este paso también se estudia el contexto en el que se sitúa actualmente el diseño modular, hablando de los sectores en los que se aplica y de la *economía circular*. Para concluir, se redactan una serie de ventajas y debilidades sobre el diseño modular.

El siguiente paso (*¿Cómo se aplica?*) tiene como finalidad hacer un estudio de los métodos que existen en torno a diseño modular, por lo que se divide en tres secciones: métodos actuales, en desarrollo y teorías. Este último corresponde al estudio de ámbitos que pueden dar lugar a nuevas metodologías. De cada uno se citan sus correspondientes autores, fecha de creación y descripción de su funcionamiento.

El último paso (*¿Quién lo aplica?*) analiza casos reales en los que se ha aplicado el diseño modular en alguna de las fases de su ciclo de vida. Se hace un recuento de casos documentados y casos recientes con el fin de conocer cómo se ha utilizado en un contexto real. Finalmente, se analizan los sectores de aplicación para conocer en cuáles se ha empleado con mayor y menor frecuencia, y en cuáles se podría aplicar potencialmente.

Con esto, se da por concluido el estado del arte, dando lugar a la obtención de una serie de conclusiones propias y de otros autores. El capítulo concluye con la descripción de tres líneas de investigación centradas en *la sostenibilidad*, *la evolución de los métodos actuales* y *la Industria 4.0*.

Metodología

El objetivo de este capítulo es definir el estado actual de los métodos y aplicaciones de diseño modular para establecer un punto de partida en el desarrollo de una línea de investigación centrada en dicho tema. Para ello se realiza una revisión de estudios, investigaciones, casos y metodologías. El alcance de la revisión incluye la

búsqueda bibliográfica de otras investigaciones (tesis, artículos, libros, publicaciones, etc.) que establezcan las bases y definan la evolución del diseño modular y sus métodos. A su vez, se realiza un estudio de campo que permite documentar casos reales de su aplicación en la industria, así como una búsqueda de términos relacionados que evidencian la importancia de evolucionar el diseño modular teniendo en cuenta el contexto en el que se desarrolla. Esto permite tener la suficiente información como para proponer una serie de líneas de investigación de interés actual.

El proceso metodológico se ha dividido en tres secciones (Figura 2): planificación y búsqueda de información inicial (1), definición del estado del arte (2) y conclusiones y definición de las líneas de investigación (3). La búsqueda inicial facilita el posterior análisis de la situación actual del diseño modular. Éste se lleva a cabo a través de su definición, el estudio de sus aplicaciones metodológicas y el análisis de casos reales. Tras definir el estado del arte, se pueden extraer una serie de conclusiones que den lugar a la definición de varias líneas de investigación.



Figura 2. Metodología de trabajo seguida en el estudio del arte del diseño modular.

La primera sección comienza con una búsqueda bibliográfica que evidencia la importancia del tema en la actualidad, muestra su evolución y constituye el punto de partida desde el que se analiza el estado del arte en la siguiente sección. Dicha búsqueda se abarca desde tres puntos: tesis doctorales, que definen el tema y su evolución; artículos, que proponen nuevas metodologías; y noticias, que muestran el estado actual del diseño modular y su aplicación en sectores concretos.

La segunda sección analiza la situación actual organizando la información en tres preguntas: *¿Qué es el diseño modular?* (definición), *¿Cómo se aplica?* (análisis de sus aplicaciones metodológicas) y *¿Quién lo aplica?* (estudio de casos de sectores y empresas que lo utilizan). En la primera (*¿Qué es el diseño modular?*), se incluye la definición de *diseño modular* y sus características, se estudian otros términos relacionados (*modularidad*, *arquitectura de producto* y *plataforma de producto*), se analiza el contexto en el que se sitúa, y se citan sus ventajas y debilidades. En la siguiente (*¿Cómo se aplica?*), se realiza un estudio de las metodologías a través del análisis de métodos actuales, en desarrollo y teorías. Finalmente, la última (*¿Quién lo aplica?*) recopila una serie de casos documentados, realiza una búsqueda de casos recientes y analiza el uso del diseño modular en diversos sectores de la industria.

Para concluir, en la tercera sección se extraen una serie de conclusiones, tanto de otros autores a través de las referencias bibliográficas consultadas como conclusiones propias. Con esto, se procede a definir las futuras líneas de investigación (*sostenibilidad*, *continuación* e *industria 4.0*) con las que se da por concluido el capítulo.

Búsqueda de información

Para comenzar es importante encontrar una serie de artículos o tesis que hagan una revisión de lo que hay hasta ahora sobre diseño modular. Por ello, se ha realizado una búsqueda de otras investigaciones que suponen un punto de partida desde el que comenzar el análisis del estado del arte. Es preferible que sean recientes, aunque tampoco se descartan las que datan de fechas anteriores ya que permiten ver la evolución del tema. Para ello, se ha realizado un esquema (Figura 3) que organiza la información sobre cada aspecto que se quiere estudiar.

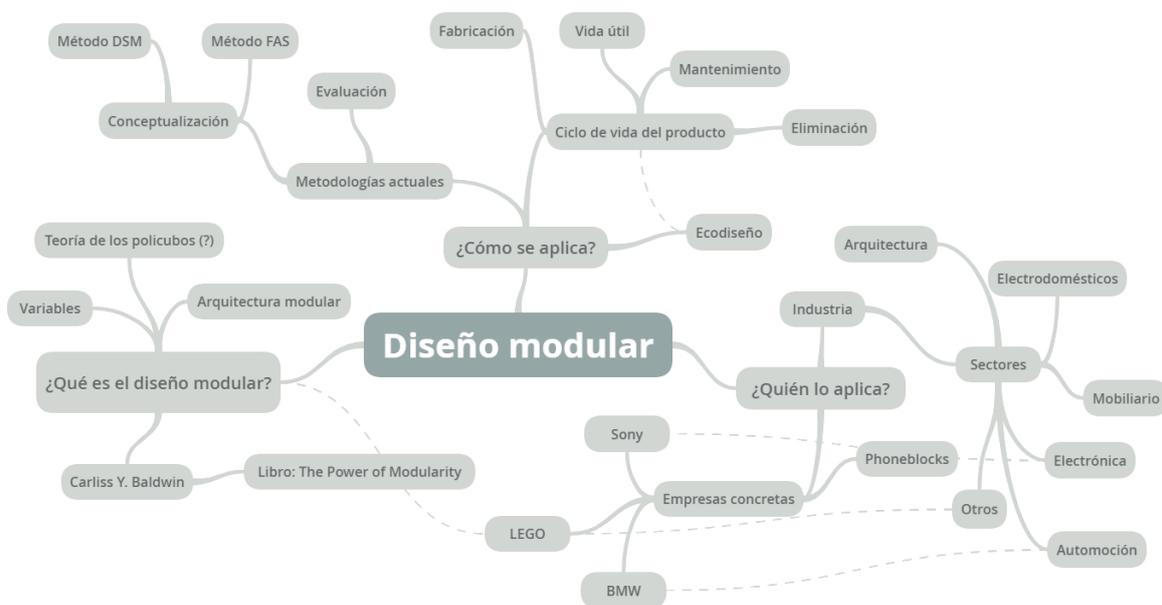


Figura 3. Mapa mental del estado del arte del diseño modular.

En la Tabla 1 se citan las referencias que se han encontrado en esta búsqueda bibliográfica inicial y que se han considerado de mayor importancia e interés. Estas referencias permiten conocer la situación del diseño modular, demostrando que no sólo se desarrolla de forma teórica, sino que es una realidad en el mercado actual.

Título	Autor y año	Tipo
Design modularisation: a systems engineering based methodology for enhanced product realisation	(Russell Marshall, 1998)	Tesis
Modular Function Deployment (MFD)- A Method for Product Modularisation	(Erixon, 1998)	Tesis
Modular product platform design	(Hölttä-Otto, 2005)	Tesis
Designing modular product architecture in the new product development	(Lehtonen, 2007)	Tesis
The impact of modular design on product use and maintenance	(Smith, 2009)	Tesis
Modular Product Development for Mass Customization	(A. Shamsuzzoha, 2010)	Tesis
Metodología de diseño conceptual modular para la selección de variables modulares	(Echevarría-Quintana, 2015)	Tesis
Modular product architecture	(Dahmus, Gonzalez-Zugasti, & Otto, 2001)	Artículo
Quantitative functional models to develop product architectures	(Stone, Wood, & Crawford, 2000b)	Artículo
Modularization to support multiple Brand platforms	(Kevin Norbert Otto, 2014)	Artículo
Application of modularity in world automotive industries	(A., P.T., & T., 2010)	Artículo
Optimum Overall Product Modularity	(Kashkoush & Elmaraghy, 2016)	Artículo
Amazon Go vende casas modulares a domicilio	(El Mundo, 2017)	Noticia
El MIT crea la casa transformer	(El País, 2017)	Noticia
Lenovo Moto Z, un móvil modular con proyector	(20Minutos, 2016)	Noticia
Camal Edit, el revolucionario coche autónomo y modular	(Bolsamanía, 2017)	Noticia
Swidget, el sistema modular que añade inteligencia a los enchufes de casa	(Xataka, 2017)	Noticia

Tabla 1. Primeras referencias bibliográficas encontradas sobre diseño modular.

Estas referencias contextualizan el tema a analizar y suponen un punto de partida para la investigación. Todas coinciden en las ventajas que supone el uso del diseño modular en la actualidad y en la necesidad de aplicarlo en el mercado actual, así como la necesidad de encontrar nuevas metodologías y técnicas que mejoren dicha aplicación. Por otra parte, se han encontrado referencias cruzadas entre los resultados, lo que supone una base sólida para continuar con la investigación.

¿Qué es el diseño modular?

Definición y características

En el análisis realizado a otras investigaciones que hacen una revisión del tema, no se ha encontrado definiciones precisas sobre el diseño modular. Por lo general, se centran en definir otros conceptos relacionados como *modularidad* o *plataforma de producto*. No obstante, algunos autores que han trabajado en el ámbito durante años ofrecen sus propias definiciones (C. Y. Baldwin & Clark, 2000; Newcomb, Bras, & Rosen, 1996; Ulrich, 1994).

El diseño modular puede definirse como un enfoque de diseño que subdivide un sistema en partes más pequeñas (módulos) que se crean de forma independiente y luego se utilizan en diferentes sistemas (T. Kidd & Morris Jr, 2017). Desde un punto de vista más global, se trata de un intento de combinar las ventajas de la estandarización con la personalización mediante la disposición de módulos funcionales y universales que forman estructuras mayores (Casiopea, 2012). Por otra parte, el diseño modular también puede ser entendido como una excelente base para la renovación continua del producto, así como de un concurrente desarrollo del sistema de producción (Erixon, 1996).

A través de todas las definiciones encontradas, se hizo un trabajo de análisis y síntesis que pudiera establecer las características principales del diseño modular:

- **Adaptable:** Los módulos permiten crear productos adaptados a las necesidades del consumidor, pudiendo variar su diseño y disposición.
- **Personalizable:** Es posible personalizar cada producto gracias a la gran variedad de módulos en diversas formas, materiales, colores o tamaños.
- **Evolutivo:** La modularidad permite mejorar un producto a partir de una pieza base mediante la adición de nuevos módulos que aporten mejoras.
- **Reemplazable:** La separación entre piezas y funciones permite que estas sean reemplazadas independientemente sin alterar al conjunto general del sistema al que pertenecen, incrementando así su mantenimiento.
- **Multifuncional:** Si cada módulo integra una o varias funciones, el producto final adquirirá tantas funciones como módulos tenga.
- **Espacialidad:** La estructura de cada módulo y sus conexiones, permite al sistema jugar con el espacio, pudiendo ser plegable, apilable, etc.
- **Desmontable:** A diferencia de los productos montados sobre un único bloque, los sistemas modulares, gracias a la conexión entre módulos, permiten que estos sean desmontables e intercambiables.
- **Reutilizable:** Los sistemas modulares permiten que sus módulos se reutilicen en otros sistemas gracias a la estructura de sus conexiones.

Términos relacionados

Existen una serie de términos estrechamente relacionados con el diseño modular que apoyan y completan su definición, como es el caso de *módulo*, *modularidad*, *arquitectura de producto* y *plataforma de producto*.

Para definir *modularidad*, algunos autores hacen referencia a la definición y clasificación de *módulo* (C. Baldwin & Clark, 1997; Hubka & Eder, 2012). Un módulo puede definirse como un bloque de construcción que se puede agrupar con otros para formar una variedad de productos (Sa'ed & Kamrani, 1999). En general, todas las definiciones coinciden en que es un fragmento de producto con una función identificable. Otros autores ofrecen además una serie de clasificaciones (John K. Gershenson & Prasad, 1997; O'Grady, 1999; Wasley, Lewis, Mattson, & Ottosson, 2017), como la que diferencia entre módulos “duros”, aquellos que son físicos ensamblables, y “blandos”, cuya presencia física es más limitada (O'Grady, 1999).

En cuando a la *arquitectura de producto*, esta puede ser definida como el esquema mediante el cual sus funciones se asignan a sus componentes físicos (Ulrich, 1994). Si se tiene en cuenta el proceso completo, también se puede definir como la estructura en términos de componentes, conexiones y restricciones (Rechtin, E., & Maier, 2010). Otros autores aportan definiciones similares, pero en lugar de componentes físicos se refieren a entidades no físicas como las funciones (Crawley et al., 2004). En definitiva, todas las definiciones guardan relación con la estructura física del producto, la representación abstracta de sus componentes y la relación entre ambos (McGrath, 2000; Meyer & Lehnerd, 1997; Muffatto, 1999; Kevin N Otto, 2003). Por otra parte, algunos de los métodos más utilizados para representar la arquitectura de un producto son: estructura jerárquica de árbol, diagrama de funciones, diagrama IDEFo, estructura de diseño modular (DSM), diagrama Objeto - Proceso (OPD) y lenguaje de modelado unificado (UML) (Hölttä-Otto, 2005).

El diseño modular también guarda una relación directa con las familias de producto a través de las *plataformas de producto*. En este aspecto, una plataforma de producto puede definirse como un conjunto de parámetros comunes, características y/o componentes que permanecen constantes de producto a producto, dentro de una misma familia de productos (Simpson, Maier, & Mistree, 2001). De este modo, una plataforma de producto puede ser considerada como el conjunto común de módulos físicos o no físicos de los cuales se pueden derivar múltiples productos (Hölttä-Otto, 2005). Los beneficios de las plataformas son similares a los de la modularidad, ya que los módulos se utilizan para crear variantes de producto mediante su adición a una plataforma. Por otra parte, existen varios métodos para diseñar una plataforma, entre los que destacan los métodos basados en escala y los métodos basados en módulos.

Sectores

Debido a las numerosas ventajas que ofrece el diseño modular en la industria, podemos encontrar ejemplos de su aplicación en sectores muy diversos. A continuación, se citan aquellos sectores donde ha tenido un mayor desarrollo en los últimos años y aquellos en los que está evolucionando actualmente.

- **Automoción.** El diseño modular en la automoción tiene su origen en el uso de estructuras modulares para albergar una mayor cantidad de personas o mercancías en vehículos como en trenes y tranvías. En la actualidad, se encuentra en auge en el desarrollo de turismos como los *concept cars*.
- **Arquitectura.** El uso del diseño modular en la construcción de edificios ha dado lugar a estructuras fabricadas en cadena. Este estilo recuerda al de *Bauhaus*, cuyos fundamentos sirvieron de base para la arquitectura moderna. Actualmente, es uno de los ámbitos en los que más se ha desarrollado, con numerosas empresas que apuestan por él.
- **Mobiliario.** En este ámbito, su aplicación responde a la necesidad de aprovechar el espacio y adaptarse a las necesidades del usuario. Lo podemos ver aplicado en muebles que sólo buscan poder ser ampliados cuando se requiera. Sin embargo, también lo encontramos en muebles multifuncionales que buscan responder a varias tareas al mismo tiempo.
- **Electrodomésticos.** Los fabricantes de este sector suelen utilizar el diseño modular instintivamente. Al tratarse de un sector altamente estandarizado, las piezas están preparadas para adaptarse entre ellas y con otros electrodomésticos en lo que acaba siendo un sistema modular conjunto.
- **Electrónica.** Los nuevos productos electrónicos tienen cada vez ciclos de vida más cortos, por lo que los usuarios demandan soluciones como la mejora del mantenimiento o la posibilidad de ampliar sus prestaciones. Algunos ejemplos son las cámaras fotográficas, las impresoras y los ordenadores.
- **Juguetería.** La finalidad de muchos juguetes es la de ser didácticos y potenciar la creatividad. Es por esto que la modularidad está muy presente en este sector, donde se utiliza para construir conjuntos sin restricciones, permitiendo el recambio de piezas e incluso la personalización de los juguetes.
- **Energético.** Este sector requiere sistemas de grandes dimensiones para poder producir grandes cantidades de energía. Para ello el diseño modular es una solución muy efectiva que ya ha sido utilizada en la energía solar, la eólica y los sistemas de distribución de energía eléctrica. La modularidad ofrece ventajas como la facilidad de construcción que el sector energético aprovecha.

- **Informático.** A un nivel más intangible, como el de la programación, el diseño modular se ha aplicado en procesadores, aplicaciones y programas. Esto repercute en el hardware y en la interfaz, permitiendo a sistemas complejos ser entendidos y manipulados de una forma más sencilla.
- **Servicios.** En el diseño de servicios encontramos que crear módulos es un buen modelo de negocio que permite llegar a un segmento más amplio de clientes. La única condición es que las diferentes funcionalidades se puedan aislar y que cada un aporte valor. Si se ofrece el servicio en partes se aumenta la probabilidad de combinar lo que el cliente tiene y lo que necesita.

Ventajas y debilidades

Por todos los motivos expuestos anteriormente, el diseño modular ofrece una serie de importantes ventajas en el diseño y desarrollo de nuevos productos:

- **Adaptabilidad.** Mediante el cambio o adición de módulos el producto se adapta a las necesidades del usuario. Esta adición puede responder a dos tipos de construcción modular: temporal, que responde a una necesidad momentánea, o de larga duración, que responde a una necesidad definitiva. Además, una buena arquitectura de producto ayuda a la gestión de cambio y actualizaciones.
- **Estandarización.** La modularidad facilita la creación de productos y piezas estandarizadas que pueden ser utilizadas de forma universal no sólo dentro de una misma familia de productos, sino también entre diferentes compañías. Por ejemplo, en el caso de una empresa fabricante de motores para coches es un requisito obligatorio, sobre todo en lo que a sus conexiones respecta.
- **Calidad.** La implementación del diseño modular aporta mejoras durante todo el proceso de fabricación, ya que optimiza la producción y reduce los costes y tiempos finales. Por otra parte, permite al usuario “fabricar” y personalizar el producto, tanto antes de adquirirlo como durante su ciclo de vida útil.
- **Sostenibilidad.** El diseño modular está íntimamente ligado al ecodiseño por las numerosas ventajas que ofrece al producto durante su ciclo de vida y que hace que este se prolongue considerablemente, reduciendo a la vez la cantidad de deshechos generados (Sonego, Echeveste, & Galvan Debarba, 2018).
- **Costes y tiempo.** Una estructura modular tiende a reducir los tiempos de desarrollo del producto y a minimizar los costes de recursos y producción. La planificación y programación del proceso productivo se simplifican, lo mismo que la gestión de los materiales. Por otra parte, permite a la empresa ganar dinero con aquellos usuarios que no pagarían el precio del producto completo.

- **Ciclo de vida.** Si se producen fallos en el producto, éstos son más fáciles de diagnosticar y solucionar. Las reparaciones son más rápidas, lo que contribuye a reducir los costes del mantenimiento. Por ello, para desarrollar un producto modular, hay que definir una estrategia a medio y largo plazo.
- **Asequibilidad.** El diseño modular puede cubrir las necesidades de un mayor público con una reducción de los recursos necesarios para ello. Como resultado, se obtienen productos que cada usuario puede configurar según sus gustos y necesidades mediante la ampliación, actualización y reemplazo de módulos.
- **Multifuncional y personalizable.** Los módulos ofrecen la ventaja de poder cambiar su apariencia alterando su orden y posición. Además, si cada uno de ellos tiene la capacidad de integrar una función diferente, el producto final adquirirá tantas subfunciones como módulos tenga.
- **Escalabilidad.** En sectores donde los módulos responden a una necesidad estructural, como el arquitectónico o el mobiliario, el diseño modular permite que los espacios se redimensionen gracias a la adición o eliminación de módulos. La geometría y conexiones permiten al sistema jugar con el espacio.

En general, muchas ventajas están ligadas a las características del diseño modular. Todo esto pone en alza la importancia de aplicarlo en el contexto actual donde los clientes buscan un producto único con un ciclo de vida prolongado que se pueda adaptar a sus necesidades presentes y futuras. No obstante, el diseño modular cuenta con una serie de debilidades que hay que tener en cuenta a la hora de aplicarlo:

- **Desarrollo inicial.** Un producto modular requiere una fase de diseño más amplia que la de un producto tradicional. Sus requisitos obligan a desarrollar aspectos como la jerarquización de funciones, la organización del sistema o el desarrollo de las interfaces. Esto hace que la inversión inicial sea mayor, pues se necesitan más recursos para diseñarlo, aunque luego se empleen menos para fabricarlo.
- **Rendimiento.** Aunque depende del grado de modularidad, algunos sistemas no están optimizados para el rendimiento. Esto se debe en parte al costo de las interfaces entre los módulos, como es el caso de móviles modulares.
- **Hermetismo de los módulos.** La dificultad de desensamblar los módulos impide la reutilización de aquellas piezas que no se encuentren dañadas, con el consiguiente coste de materiales para la empresa y los consumidores, que han de pagar el módulo entero, aunque sólo esté parcialmente dañado.
- **Análisis.** Las desventajas en torno al análisis del producto en el mercado radican en el escaso tiempo o visibilidad que se tiene para analizar los productos modulares que se ofertan. Si no se cuenta con este periodo en el análisis, la potencia de los productos de la plataforma se reduce.

- **Conectividad.** Una de las claves del diseño modular es la estandarización de las interfaces entre los componentes. Para ello es esencial que las conexiones sean compatibles con los diferentes módulos, de modo que se puedan intercambiar evitando que una conexión sea única para un solo módulo.
- **Usabilidad.** El usuario potencial debe comprender el producto para poder usarlo adecuadamente y sacar todo el potencial que la modularidad le ofrece. La ausencia de estandarización entre interfaces o el difícil acceso a algunos componentes pueden dificultar este hecho.
- **Exclusividad por marca.** Este aspecto está altamente ligado a la conectividad y universalidad de los módulos. Si una marca genera módulos únicamente compatibles entre sus productos, se genera una exclusividad que limita su uso.

Como se puede observar, las debilidades citadas no hacen referencia directa al diseño modular, sino a aquellos aspectos que todavía no se han optimizado en la actualidad y que por lo tanto suponen una desventaja a la hora de aplicarlo.

¿Cómo se aplica?

Este apartado analiza algunos de los métodos de diseño modular más destacados diferenciándolos en tres grupos: métodos actuales, en desarrollo y teorías. Cada uno engloba una serie de métodos que son explicados mediante unas tablas (Tabla 2 y Tabla 3) que aportan un resumen de su funcionamiento.

Métodos actuales

La Tabla 2 muestra algunos de los métodos actuales más implantados en la aplicación del diseño modular. Éstos han tenido una gran aplicabilidad durante décadas en diferentes sectores, lo que les ha permitido ser analizados y mejorados.

Método y tipo	Breve descripción	Figura
Matriz de diseño estructural – Design Structure Matrix (DSM). <i>Método basado en matrices.</i> (Eppinger & Browning, 2012)	Se colocan los componentes o funciones en los encabezados de fila y columna de la matriz. Estos se correlacionan entre sí y sus interacciones (en términos espaciales, energéticos, etc.) se marcan. Finalmente, se aplica un algoritmo de agrupación, formando grupos que son posibles candidatos de módulo del producto final.	
Diseño para fabricación/ensamblaje (DFM / DFA) <i>Método basado en matrices.</i> (Boothroyd & Alting, 1992)	Es un enfoque para el diseño de productos cuyo objetivo es disminuir el coste total del producto teniendo en cuenta los tiempos y procesos mediante la valoración de ciertas características como el número de piezas, la dificultad de manipulación o el tiempo de ensamblaje.	-

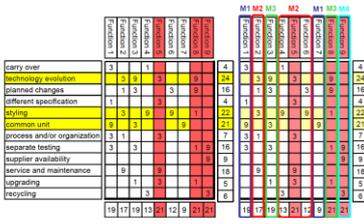
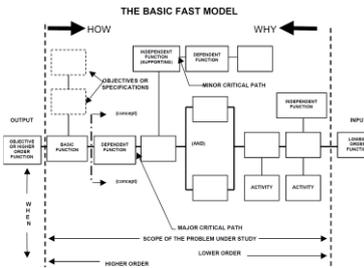
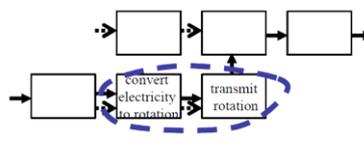
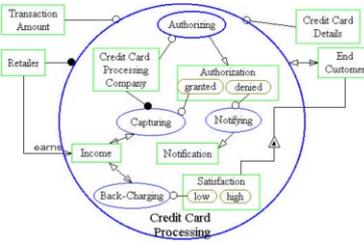
<p>Implementación de funciones modulares – Modular Function Deployment (MFD) <i>Método basado en matrices.</i> (Erixon, 1998)</p>	<p>MFD se basa en la descomposición funcional y consta de doce controladores de modularidad. Se identifican posibles módulos examinando las interrelaciones y el agrupamiento se inicia por las funciones dominantes. También se analizan las oportunidades de integrar múltiples funciones en módulos individuales.</p>	
<p>Function Analysis Systems Technique (FAST) <i>Método basado en funciones.</i> (Bytheway, 1992)</p>	<p>FAST descompone una función de alto nivel en funciones secundarias y de nivel inferior que se muestran en un diagrama lógico. El proceso se hace en grupo y comienza con unas preguntas para identificar el alcance, la función objetivo y las funciones básicas. Su estructura es similar a un diagrama de flujo, pero en este caso los bloques representan funciones y no pasos del proceso.</p>	
<p>Estructura heurística de funciones – Function Structure Heuristics <i>Método basado en funciones.</i> (Stone, Wood, & Crawford, 2000a)</p>	<p>Se basa en una estructura de funciones y su objetivo es separar los módulos de la estructura de una función de un solo producto mediante tres tipos de flujos: los flujos dominantes, los flujos ramificados o los pares de funciones de conversión-transmisión.</p>	
<p>Método OPM (Diagrama Objeto-Proceso) <i>Método basado en funciones.</i> (Dori, 2001)</p>	<p>OPM se basa en un conjunto de objetos y procesos. El diagrama representa dos aspectos inherentes a cualquier sistema: su estructura y su comportamiento. La estructura se representa a través de los objetos y sus relaciones estructurales, y el comportamiento está representado por los procesos y con cómo estos transforman a los objetos.</p>	
<p>Ecodiseño basado en modularidad <i>Otro tipo de método.</i> (Brezet & Van Hemel, 1997)</p>	<p>La Rueda de la Estrategia del Ecodiseño incluye la modularidad como medio de optimización de la vida útil del producto. Según esta estrategia, el uso de una estructura modular para dar lugar a un producto adaptable permite alargar el ciclo de vida de un producto que ya no es óptimo, permitiendo satisfacer las necesidades del usuario.</p>	
<p>Análisis del ciclo de vida <i>Otro tipo de método.</i> (Diversos autores y fechas)</p>	<p>Muchos autores inciden en las ventajas del diseño modular en el ciclo de vida del producto. Cuando se renueva el producto, los módulos son introducidos de manera más rápida y fácil en el mercado (Echevarría–Quintana, 2015). Por otra parte, existen tres categorías de la modularidad: basada en la fabricación, en el mantenimiento o en la logística (Lehtonen, 2007).</p>	

Tabla 2. Métodos consensuados de diseño modular en la actualidad.

Métodos en desarrollo

A continuación, la Tabla 3 muestra aquellos métodos que se han considerado que están todavía en fase de desarrollo. El criterio aplicado para ello se basa en que algunos de los métodos se plantearon por primera vez hace años, pero todavía no están instaurados en la creación de productos modulares, y otros han sido propuestos recientemente y requieren de un desarrollo posterior.

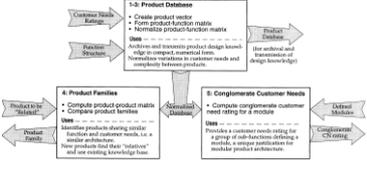
Método (Autor, año)	Breve descripción	Figura
Matriz de modulación de la marca – Brand modularity matrix (Kevin Norbert Otto, 2014)	Los elementos críticos para la identidad de marca deben ser comunes en todos los productos de una marca. Esta matriz contiene una marca por columna y un elemento de la identidad por fila. En cada celda se introducen los datos estéticos. Las especificaciones técnicas se indican en la parte inferior y las estéticas en la superior. Como resultado, los módulos se muestran por colores en cada fila.	
Método FAS (Función-Ensamblaje-Espacio) (Echevarría-Quintana, 2015)	FAS parte de una matriz de relaciones DSM en la que a través de algoritmos matriciales busca el resultado óptimo en la selección de los sistemas. FAS incluye unas fases previas y posteriores al DSM, es decir, a la búsqueda de los módulos.	-
Modelo funcional cuantitativo – Quantitative functional model (Stone et al., 2000b)	Este método genera una base de datos de productos, familias de productos y clasificaciones de clientes para desarrollar arquitecturas de productos. Para ello consta de tres fases: la primera produce una base de datos, la segunda identifica grupos y la tercera los valora.	

Tabla 3. Métodos en desarrollo de diseño modular.

Teorías

Algunas teorías actuales podrían dar lugar a nuevos métodos de diseño si se siguieran desarrollando investigaciones en estos ámbitos. Se han identificado principalmente dos teorías: la teoría de los policubos y la fabricación 4.0. No obstante, la primera se centra en el ámbito de la arquitectura y no se ha considerado de tanto interés como la segunda, en la que se ha decidido profundizar más.

La teoría de los policubos es una rama de las matemáticas que estudia el comportamiento de unidades modulares cúbicas que unidas por sus caras configuran formas en el espacio. Esta teoría ya ha sido estudiada previamente por su potencial aplicabilidad en el ámbito de la arquitectura, pero su desarrollo en la aplicación todavía no ha dado lugar a la existencia de una metodología basada en ella.

Por otra parte, existen algunos puntos sobre la fabricación del futuro que pueden llegar a estar íntimamente relacionados con el diseño modular, como la articulación de las tecnologías de la Industria 4.0, la reducción de recursos mediante la economía circular, el análisis de los prosumers y el diseño para la industria 4.0 (Cabestany, Rojas, & Joya, 2011). Dada la importancia de la fabricación y su relación con el diseño modular se decide estudiar cuál es su evolución y cómo podría ser la fábrica del futuro. Para ello, dentro de la fabricación se analizan los siguientes conceptos: *Industria 4.0*, *cultura maker* y *usuario prosumer*. El objetivo es definir el contexto actual de modo que se pueda construir una base sobre el posible escenario futuro (exploratorio) en el que se enmarque la fabricación. Es por esto que se estudia la *Industria 4.0* como escenario, y el *usuario prosumer* como actor.

La *Industria 4.0* es una nueva forma de organizar los medios de producción que se basa en la puesta en marcha de las fábricas inteligentes (*smart factories*) para adaptarse mejor a los procesos de producción y asignar eficientemente los recursos. Una de las bases tecnológicas en las que se apoya es la *Cultura maker* (Davies, 2015), un movimiento que sigue el principio de “hazlo tú mismo” (*Do It Yourself*) e incita al usuario a tomar parte en la producción para desarrollar cualquier tarea en vez de contratarla. En este contexto, los métodos de fabricación digital se hacen accesibles a escala personal. El término creció hasta dar lugar a un creciente número de usuarios *prosumer* que desean construir en lugar de comprar, agregando así un mayor valor al producto. Estos usuarios son al mismo tiempo productores y consumidores, llegando a fabricar parcialmente los productos que consumen. El comportamiento del prosumer indica tendencias emergentes que las organizaciones deben gestionar adecuadamente para dar a conocer sus prácticas y adaptarse a los nuevos códigos de servicio.

¿Quién lo aplica?

Este apartado se centra en el estudio de casos reales en los que se ha aplicado el diseño modular. Las ventajas que ofrece su aplicación han hecho que empresas de diferentes sectores opten por su uso para resolver necesidades particulares. Muchos autores han analizado al diseño modular desde la teoría, pero es necesario conocer su aplicación real para comprender cuál es el objeto de su uso, los métodos empleados y los resultados obtenidos. Para ello, el estudio de casos se ha dividido en dos partes. La primera es una revisión bibliográfica que se centra en los principales autores que han estudiado al diseño modular y han documentado casos reales de su aplicación, especialmente de los primeros casos que se dieron en la industria. La segunda se centra en investigar casos actuales o no documentados previamente, lo que muestra cómo se aplica actualmente y cuál es su evolución. Para concluir, también se realiza un análisis de los sectores que mayor relación tienen con el diseño modular, así como los que podrían tener una futura relación potencial con este.

Presencia y aplicación en la industria

El diseño modular se inició a mediados de los años 60, en el seno de la producción modular. En los últimos años, las necesidades competitivas de los sectores de producción masiva, como el automovilístico o el industrial, han obligado a implementar el diseño modular para lograr una mayor diversidad de oferta y más opciones de cartera de productos (C. Y. Baldwin & Clark, 2000). Es necesario analizar la aplicación del diseño modular en diversos sectores productivos como una futura oportunidad de diseño en la industria. Para ello, se estudian un total de veintinueve casos en los siguientes sectores: industrial (Russell Marshall, 1998), transporte (Lehtonen, 2007), automóvil (Sjöström, 1990), electrónica (Sanderson & Uzumeri, 1995), producto de consumo (LEGO, 2019), arquitectura (El Mundo, 2017) y mobiliario (Hevosmaa, 2017). El estudio se centra en tres aspectos: la fase de diseño en la que se aplica, el objetivo de su aplicación y las particularidades de cada caso.

El primer aspecto a estudio es la fase del proceso en la que se aplica el diseño modular, donde encontramos tres opciones. La primera, cuando se aplica en el ciclo de vida del producto, con casos en los que las empresas han desarrollado sus propias metodologías (Rendell, 2001). En esta aplicación se observa que existen vínculos con el análisis del ciclo de vida desde el punto de vista medioambiental, que ha sido un pilar básico en el diseño modular por la facilidad de montaje, mantenimiento, reemplazo y eliminación (Lehtonen, 2007). La segunda opción se centra en las fases clásicas del proceso de diseño, como las fases conceptuales y de desarrollo, identificando nuevas oportunidades de aplicación en las fases iniciales del proceso. La última opción analiza un caso particular de un proyecto de investigación en el que se aplica a una fase previa (Dahmus et al., 2001). Este tipo de investigaciones pretenden determinar qué elementos pueden configurar arquitectura, plataformas o familias de producto sobre las que trabajar aspectos como la intercambiabilidad.

El segundo aspecto a estudiar es el objetivo que pretende el diseño modular en cada caso, reflejando cierta convergencia hacia las definiciones de módulo y arquitectura de producto (A. Shamsuzzoha, 2010). Observamos que la flexibilidad de producción (El Mundo, 2016), la estandarización (IKEA, 2019), la generación de la plataformas de producto (Russell Marshall, 1998) y la posibilidad de configuración de modelos (Sjöström, 1990) son los objetivos principales encontrados. Otros objetivos más particulares tienden a la divergencia con los anteriores y apuntan hacia la producción descentralizada, los usos múltiples o la personalización masiva.

Finalmente, el tercer aspecto se refiere a las particularidades de cada caso que permiten dar una definición diversa de las características del diseño modular. Tanto en la revisión bibliográfica como en el análisis de casos, se observa una falta de caracterización y que las aplicaciones concretas generan particularidades. Sin embargo,

se puede establecer cierta relación entre el modelo utilizado, la fase de diseño y la característica deseada para obtener una referencia al aplicar diseño modular.

En el análisis de casos se hace referencia a los diversos métodos y modelos conocidos (J. K. Gershenson, Prasad, & Zhang, 2003), que se enmarcan dentro de los métodos de análisis estructural (Dori, 2001), análisis funcional (Stone et al., 2000a) y métodos de matriz (Eppinger & Browning, 2012). No todos los casos tienen una referencia clara a un modelo, pero pueden establecerse relaciones que definen su marco teórico. De este modo, este estudio sirve también para reflexionar sobre los modelos actuales y la necesidad de implementar otros nuevos o más específicos.

Estudio de casos

El estudio de casos comienza con una revisión bibliográfica de varias tesis y artículos que se centran en las primeras aplicaciones del diseño modular y evidencian la necesidad de desarrollarlo (Russell Marshall, 1998). Son numerosos los estudios que han documentado casos reales de su aplicación en productos, estrategias o sistemas de plataformas (Lehtonen, 2007). Sin embargo, actualmente existen casos que no han sido previamente documentados y que pertenecen a sectores nuevos o diferentes. Por esta razón, se ha realizado una búsqueda de nuevos casos en noticias, revistas científicas y sitios web de diversas compañías. Se identifican una serie de sectores clave en los que se ha aplicado el diseño modular debido al número de casos encontrados. Finalmente, se incluyen dos casos representativos para cada sector: automóvil, arquitectura, muebles, juguetes y electrónica. Los casos analizados muestran las diferentes formas de aplicar el diseño modular y describen lo que se está desarrollando y cuál es el camino que está tomando de cara al futuro de su aplicación en la industria.

Toda la información recopilada se ha resumido en dos tablas (Tabla 4 y Tabla 5) que proporcionan información básica sobre el caso (el producto al que afecta, la empresa que lo aplica y el sector de la industria a la que pertenece) y una breve descripción del mismo, que incluye la fase de diseño en que se aplica, su finalidad y particularidades. El apartado concluye con el análisis de los resultados.

La Tabla 4 muestra una lista de 19 casos documentados. Como se puede comprobar, más de la mitad corresponden al sector del transporte y la automoción, seguido del sector de desarrollo de maquinaria. Sin embargo, existen más sectores relacionados con el diseño modular que no han sido documentados previamente. Estos sectores no sólo tienen en cuenta el desarrollo y la fabricación del producto, sino otros aspectos como la intervención del usuario o la modificación del producto durante su ciclo de vida útil.

Caso (Producto, empresa y sector)	Resumen
Sperry-Sun Drilling Services (Sensores electrónicos, Sperry-Sun Drilling Services, Maquinaria) (Russell Marshall, 1998)	La empresa desarrolló una gama de productos que permitían incorporar nueva tecnología y a su vez eran compatibles y combinables con los productos ya existentes. Para ello optó por una estrategia basada en una filosofía de producto modular.
Crosfield Electronics (Escáner digital, Crosfield Electronics, Electrónico e impresión) (Russell Marshall, 1998)	Crosfield Electronics creó el Proceso del Ciclo de Vida del Producto Crosfield (CPLCP), un proceso modular de desarrollo de producto que se encargaba de definir módulos en las fases conceptuales e identificaba las interacciones que se producían entre ellos.
Ford Motor Company (Motores de vehículos, Ford Motor Company, Automoción) (Russell Marshall, 1998)	Ford reestructuró su proceso empresarial a escala mundial bajo el nombre de Ford 2000, que incluía el Sistema de Desarrollo de Productos Ford (FPDS), que permitía efectuar cambios fácilmente en el proceso a través de la manipulación flexible de la producción.
British United Shoe Machinery (Equipo de fabricación de calzado, British Shoe Machinery, Maquinaria) (Russell Marshall, 1998)	Ante su expansión en el mercado global la empresa BUSM pasó de fabricar complejas máquinas altamente funcionales a productos más simples y baratos que requerían operadores menos capacitados.
The modular system in truck manufacturing: The SAAB-SCANIA (Camión Scania, SAAB, Automoción) (Sjöström, 1990)	El caso de Scania es uno de los primeros casos de diseño modular y su objetivo era hacer camiones modulares. Se desarrollaron ocho tipos de cabinas gracias al uso de módulos estandarizados que permitían realizar una nueva variante en un tiempo mínimo.
The case of Sony Walkman (Walkman, Sony, Electrónico) (Sanderson & Uzumeri, 1995)	Este caso es un clásico ejemplo de éxito gracias al uso de plataformas modulares. Sony consiguió crear más variantes de producto mediante la adición de módulos a una plataforma, aportándole un gran éxito en el mercado.
Volkswagen platform strategy (Turismo, Volkswagen, Automoción) (Rendell, 2001)	Las múltiples líneas de vehículos Volkswagen usan plataformas de producto para crear familias de productos. La empresa ha conseguido desarrollar una estrategia modular que ha evolucionado con el tiempo, respondiendo siempre a las necesidades del mercado.
Modular German submarine (Submarino, Ejército alemán, Transporte) (Williamson, 2012)	Se trata de un caso de submarinos alemanes (Submarino de Tipo XXI, 1944) en el que un submarino de modelo estándar se dividió en módulos de montaje longitudinal para poder llevar a cabo una producción descentralizada.
Locomotive Dash 2 Series (Locomotora, General Motors, Transporte) (Kerr, 1980)	Las locomotoras Dash 2 presentaron un nuevo sistema de dirección eléctrica basado en módulos separables que permitían reemplazar aquellos módulos defectuosos sin tener que llevar toda la locomotora a reparar.
Merima Ltd (Organización logística, Merima Ltd., Mobiliario) (Hevosmaa, 2017)	Merima Ltd aplicó la modularidad en el diseño y logística de un restaurante destinado a ser instalado en un barco. Para ello, se montaba el restaurante en las instalaciones, se desmontaba, era transportado en módulos y entregado con instrucciones de montaje.

Tunnel drilling rig (Plataforma de perforación para túneles, Tamrock y Jumbo, Maquinaria)	Se trata de un proyecto de investigación en el que analizan el uso de plataformas para diferentes familias de producto de las marcas de perforadoras Tamrock y Jumbo, ofreciendo un análisis sobre cómo aplicar mayor modularización según sus funciones.
Diesel locomotive (Locomotora, Valmet, Transporte) (Lehtonen, 2007)	La locomotora Valmet fue diseñada y fabricada con una estructura modular, que le permitía ser modificable y tener usos múltiples. Esta modularidad está basada en el montaje y facilitaba el mantenimiento en general, con un ahorro del 30%.
Passenger ship (Barco de pasajeros, Agencia Finlandesa de Financiación para la Tecnología, Transporte) (Lehtonen, 2007)	Es un proyecto que busca mejorar la eficiencia de la entrega de buques a través de la modularidad y la estandarización flexible con el objetivo de descubrir en qué se debía basar la división en módulos para llevar a cabo el desarrollo de barcos modulares.
Safe box (Caja fuerte, Kaso Oy, Maquinaria) (Lehtonen, 2007)	Se trata de un proyecto en el que se examinaron las familias de productos de cajas de seguridad con el objetivo de descubrir las oportunidades para pasar de la producción de modelos estándar a la producción de productos configurables.
Machine tool (Máquina herramienta (Twin-Mill), Fastems Oy, Maquinaria) (Lehtonen, 2007)	La empresa llevó a cabo un proyecto de desarrollo modular cuyo objetivo era definir la estructura de la máquina herramienta de Twin-Mill, donde fue posible implementar una división de módulos basada sus funciones y crear una gama de productos configurables.
Ambulance (Ambulancia, Profile Vehicles Oy, Transporte) (Lehtonen, 2007)	Es un proyecto en el que se desarrolló y evaluó la estructura funcional de una ambulancia a través de un listado de sus funciones principales para examinar las oportunidades de crear una estructura modular a partir de la estructura funcional.
Forestry machine (Máquina forestal, Ponsse Oy, Maquinaria) (Lehtonen, 2007)	La empresa Ponsse creó unos módulos que no estaban centrados solamente en el montaje, sino también en la funcionalidad. Varios de los módulos eran conjuntos de piezas situadas alrededor de la máquina que no podían montarse por separado.
Volvo trucks (Camiones configurables, Volvo, Automoción) (A. Shamsuzzoha, 2010)	Volvo desarrolló un sistema de configuración para su gama de camiones en el marco del proyecto CATER (2006) cuyo objetivo era la creación de redes de negocios y personalización masiva en la industria automovilística.
Micro Compact Car (MCC) (Coche compacto SMART, Micro Compact Car (Daimler), Automoción) (Stephan, Pfaffmann, & Sanchez, 2008)	MCC estableció diversas relaciones entre los procesos de desarrollo de las familias de producto, las arquitecturas de productos y una organización modular multimarca para dar lugar a una organización de proyectos de desarrollo modular colaborativo.

Tabla 4. Casos documentados de la aplicación del diseño modular en la industria.

En la actualidad, el diseño modular no sólo está presente en el sector de la automoción, sino también en el arquitectónico, el mobiliario, el juguetero y el electrónico. La Tabla 5 muestra 10 casos recientes correspondientes a estos sectores.

Caso (Producto, empresa y sector)	Resumen
Grupo PSA (Peugeot - Citroën) (Plataforma para varios modelos compactos, Grupo PSA, Automoción) (El Mundo, 2016)	PSA busca fabricar en la misma plataforma de producto los modelos más compactos de las cuatro marcas que controla. La compañía ha presentado dos plataformas globales modulares que son compatibles con los medios industriales puestos en marcha en el programa La Fábrica del Futuro: la CMP (Common Modular Platform) y la EMP2.
Renault Mégane (Renault Mégane, Renault, Automoción) (Fernández, 2016)	Renault Mégane contiene un interior modular que lo ha situado como uno de los modelos actuales más espaciosos y adaptables de su segmento. Ofrece un interior con un abanico de opciones que se adaptan a las necesidades del usuario.
BoKlok (BoKlok, IKEA, Arquitectura) (IKEA, 2018)	BoKlok es un concepto de vivienda cuyo objetivo es construir bloques de pisos y casas para personas con una baja economía. Para ello, desarrollan casas modulares de escasos metros haciendo que sean espaciosas y asequibles al mismo tiempo.
Blokable (Blokable, Amazon, Arquitectura) (Amazon, 2019b)	Blokable desarrolla módulos de construcción prefabricados en una variada gama de tamaños y configuraciones con el objetivo de proporcionar espacios de vida, zonas comunes y servicios que cubran las necesidades específicas de cada tipo de proyecto.
Productos IKEA (Productos IKEA, IKEA, Mobiliario) (IKEA, 2019)	IKEA tiene varios ejemplos de aplicación de diseño modular en sus productos: el mueble BESTÅ, un conjunto de módulos con medidas estandarizadas; las estanterías, de diferentes medidas y colores; y el mobiliario de infantil, son algunos.
Ori Systems (Ori Systems, MIT, Mobiliario) (MIT, 2019)	Es un mueble modular escalable que cambia de forma, creando espacios más eficientes. Su objetivo es hacer la vida más asequible, productiva y agradable para sus usuarios. Este versátil mueble da lugar a distintas estancias, como una habitación o un estudio.
Mind Storms (Mind Storms, LEGO, Juguetería) (LEGO, 2019)	Es una línea de juguetes de robótica que funciona con la unión de piezas modulares y la programación de acciones en forma interactiva. Se basa en la construcción de modelos integrados con partes electromecánicas controladas por ordenador.
Meccano (Meccano, Meccano, Juguetería) (Meccano, 2019)	Meccano es un sistema de construcción de modelos a través del ensamblaje de piezas modulares como placas, vigas de ángulo, ruedas, ejes y engranajes, y piezas de plástico que se conectan entre sí mediante tuercas, pernos y tornillos de fijación. La marca realizó un relanzamiento al mercado en 2017 con nuevos diseños centrados en STEM.
GoldieBlox (GoldieBlox, GoldieBlox, Juguetería) (GoldieBox, 2019)	GoldieBlox ofrece juguetes que se venden en forma de kit y que incorporan piezas modulares de construcción de estructuras. Así, estos juguetes introducen conceptos de ingeniería a través de la narración y la construcción.
Modular Smartphone (Varios productos, varias empresas, electrónica) (Hakkens, 2019)	Es un teléfono inteligente fabricado con diferentes módulos que se pueden actualizar o reemplazar con el fin de reducir los residuos electrónicos, los costos de reparación y aumentar la comodidad del usuario. El componente más importante es la placa principal, a la que se conectan los módulos (procesador, batería, cámara, GPS, etc.). Algunas marcas como Motorola, LG o Google ya han trabajado en este ámbito.

Tabla 5. Casos recientes no documentados de la aplicación del diseño modular en la industria.

Análisis de casos y sectores

En la revisión bibliográfica se han encontrado un total de 19 casos previamente documentados y 10 casos recientes que no han sido objeto de estudio por ningún otro autor. Esto hace un total de 29 casos de diversos sectores y compañías para ser analizados. La revisión individual de cada uno se incluye en la Tabla 6, donde se identifica su relación con los tres aspectos clave que se describen a continuación:

- **Fase del proceso de diseño.** Podemos diferenciar cinco fases dentro del proceso de creación de un producto: el *Análisis del ciclo de vida (LCA)*; la *fase conceptual de diseño*, entendida como una nueva idea que no existía anteriormente; la *fase de diseño*, es decir, una solución que se puede lograr sin tener que desarrollar algo nuevo; la *fase de desarrollo*, que se refiere al progreso en una dirección específica (como en tecnología, producción, partes, componentes, módulos de un producto, etc.); y la *investigación*.
- **Propósito de la aplicación en cuanto a configuración y plataforma.** Este aspecto se refiere al objetivo del diseño modular en cada caso. En este aspecto se identifican seis propósitos principales que coinciden en prácticamente todos los casos: la obtención de nuevas *estructuras o arquitecturas* de productos, la generación de *módulos*, el desarrollo de una *plataforma de producto* común a varios productos, la creación de una *familia de productos*, la experimentación de un *método propio* de la empresa y la *configuración* del producto en cuanto a futuras actualizaciones o su personalización.
- **Particularidades o aplicaciones específicas de cada caso.** Estas particularidades definen las características que diferencian cada caso del resto y están directamente relacionadas con las características y beneficios que ofrece el diseño modular.

Cada columna de la Tabla 6 analiza individualmente los casos numerados del 1 al 29 por orden de aparición. Por otra parte, la columna final incluye un sumatorio que resume qué particularidades son más notables en cada aspecto.

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	Σ	
Proceso de diseño	LCA		x																											x	2	
	Concepto	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x							x	x								15
	Diseño	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	25
	Desarrollo	x		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x					x	x						x			x	15
	Investigación												x																			1
Aplicación	Configuración				x																										1	
	Plataforma	x		x								x											x								4	
	Familia											x			x																2	
	Arquitectura / Estructura						x	x								x	x	x	x	x											7	
	Bloque / Módulo								x	x	x			x										x	x	x	x	x	x	x	x	12
	Método propio		x	x																												2
Particularidades	Interfaz / Interacción		x																									x	x		3	
	Mantenimiento									x			x																		x	3
	Compatibilidad	x																													1	
	Combinación	x																													1	
	Reparación										x																				x	2
	Flexibilidad del producto			x											x																2	
	Flexibilidad de producción			x																			x								2	
	Producto descentralizado									x		x																			2	
	Simplicidad				x																										1	
	Ensamblaje													x																	1	
	Economía				x																				x	x					3	
	Funcionalidad						x	x				x	x			x	x	x													7	
	Estandarización					x																					x				2	
	Logística																														0	
	Variabilidad																														0	
	Economización del tiempo					x																									1	
	Configuración						x									x								x		x					4	
Personalización																							x			x				2		
Mercado																							x							1		
Integración																												x	x	2		
Usuario final																														x	1	

Tabla 6. Análisis de casos según su fase de aplicación, propósito y particularidades.

A continuación, se realiza un análisis de la relación entre los sectores de la industria y el diseño modular. A través de unas tablas de colores se indica de acuerdo a los casos estudiados qué sectores tienen una mayor relación (verde), cuáles tienen una relación potencial (amarillo) y en cuáles todavía no se ha encontrado una relación (rojo).

Para ilustrar este grado de relación se ha partido de la técnica PNI (positivo, negativo, interesante), que muestra los puntos positivos, negativos e interesantes de una idea o concepto para su posterior evaluación. En este caso, se hace lo propio, pero con el nivel de relación del diseño modular con los sectores de la industria. Para ello, se ha tomado la división de sectores e industrias que hace la OIT (Organización Internacional del Trabajo) y el MINETAD (Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital del Gobierno de España). De este modo, la Figura 4 muestra la relación entre el diseño modular y los diversos sectores de la industria.



Figura 4. Presencia del diseño modular según los sectores de la industria.

Mediante esta imagen se identifican orientativamente qué sectores tienen en la actualidad una relación directa con el diseño modular, distinguiendo entre aquellos que tienen una relación mayor. También se identifica qué sectores podrían tener una relación potencial mediante el desarrollo del diseño modular dentro del propio sector o a través de otros sectores relacionados. Y, finalmente, se muestran los sectores de la industria en los que no se ha encontrado una relación definida por falta de desarrollo, aplicación o la diferente naturaleza de estos sectores que todavía no han facilitado la integración del diseño modular.

Aplicación futura: la importancia de la evolución

Los casos analizados prueban la utilidad del diseño modular y las ventajas de su aplicación en el desarrollo industrial de las últimas décadas. Su objetivo principal en la mayoría de ellos ha sido la aplicación de metodologías en las que prevalece la definición de bloques o módulos y la posibilidad de generar configuraciones. Por estos motivos, el diseño modular requiere de un mayor desarrollo dentro del contexto en el que se encuentra.

El análisis de los casos más recientes refleja la oportunidad que supone seguir desarrollando el diseño modular en la evolución industrial actual. Estos casos utilizan el diseño modular como una herramienta para hacer frente a retos actuales como las necesidades de clientes y empresas, las nuevas tecnologías como la Industria 4.0, la estandarización y la fabricación ágil. Además, la creciente demanda de productos personalizados está haciendo que las empresas apliquen el diseño modular para personalizar de manera más fácil y económica. Como se muestra en la Tabla 6, ninguno de los casos documentados tenía como objetivo la personalización, mientras que dos de los casos recientes sí lo tenían (Fernández, 2016; IKEA, 2019).

Se detectan tres aspectos del proceso de diseño en los que se aplica el diseño modular. El primero es en el ciclo de vida de producto, donde permite que este sea prolongado al hacer que se adapte a nuevos requerimientos y evolucione mediante la incorporación de nuevas prestaciones. Esto hace que el diseño modular se encuadre en un contexto medioambiental a través de la economía circular, pudiendo aportar mejoras en el desarrollo de productos reutilizables, reparables y actualizables. En este aspecto, se detecta la oportunidad de desarrollar una línea de diseño modular orientada al medioambiente dada la escasez de casos centrados en este aspecto (sólo dos).

El segundo aspecto hace referencia a las fases clásicas del proceso de diseño. En este caso, se identifica la oportunidad de aplicar el diseño modular en las fases iniciales de conceptualización a través de nuevos métodos de diseño debido a su escasez en dichas fases. El objetivo de estas fases está estrechamente relacionado con la creación de módulos dentro de la arquitectura de un producto. En línea con esto, se observa que, si bien los casos documentados se centran en la arquitectura del producto (Tabla 4), los casos más recientes se centran en el módulo (Tabla 5).

Finalmente, el tercer aspecto se trata de la fase previa al diseño modular. En ella se determinan los elementos que pueden configurar la arquitectura del producto con el fin de dar lugar a una familia de productos sobre la que trabajar aspectos como la intercambiabilidad. En este punto se observa la oportunidad de introducir métodos de diseño modular en la fase de investigación. Esta situación puede variar el objetivo del diseño modular al incorporar la búsqueda de nuevos requisitos antes de que comience el proceso.

Las características del diseño modular identificadas en el análisis de casos están estrechamente vinculadas a sus beneficios. Estas características son particulares de cada caso y su aplicación aumenta el nivel de modularidad del producto al aportar ventajas significativas durante su ciclo de vida. Existen diferencias en el uso de estas características entre los casos documentados y los recientes. Si bien los documentados optan por la funcionalidad, la descentralización del producto o su flexibilidad, los casos más recientes optan por la interacción, la economía, la personalización o la integración (Tabla 6). A través de la conexión de módulos independientes dentro de una misma plataforma, se consigue que el producto sea variable y configurable. Muchas compañías lo utilizan para dar lugar a características como la adaptabilidad en función de las necesidades del usuario y el entorno; la personalización antes de fabricar el producto (automoción) y durante su ciclo de vida (teléfono modular); la multifuncionalidad integrando múltiples módulos; y flexibilidad de fabricación. Estas características surgen gracias a la estandarización y conectividad de los módulos, que los hacen intercambiables, reutilizables y actualizables.

El estudio de casos documentados ha permitido conocer los motivos por los que se comenzó a utilizar el diseño modular en la industria. Esto presenta las bases que lo asentaron y su posterior desarrollo en otros sectores. Por otra parte, el estudio de casos más recientes muestra las diversas formas y finalidades de la aplicación del diseño modular en el mercado actual, así como el camino que está tomando dentro de la presente evolución industrial. A su vez, este estudio revela que existen numerosos sectores en los que actualmente no se utiliza el diseño modular pero donde podría llegar a existir una potencial aplicación si siguiera desarrollándose. La Tabla 6 muestra la necesidad de aumentar los esfuerzos que se realizan en muchos aspectos, como la configuración, la compatibilidad, la simplicidad o la variabilidad.

Algunos de los sectores con desarrollo y evolución desde el pasado hasta el presente son: automoción, con compañías como Ford o Volkswagen; arquitectura, BoKlok de IKEA; muebles, Ori Systems desarrollado por el MIT; electrónica, Sony Walkman; juguetero, Mind Storms de LEGO; informático, con desarrollo de hardware y software; y mecánico, especialmente en lo que respecta al diseño de maquinaria. El uso del diseño modular en algunos de estos sectores ha sido tan influyente que ha dado lugar a nuevos conceptos de diseño como *kit car*, *kit house* o *modular smartphone*. Sin embargo, existen todavía sectores que no han incorporado la modularidad en el diseño de producto, lo que significa que hay un amplio nicho de mercado donde el diseño modular podría incorporarse.

Existen numerosos métodos y modelos, algunos teóricos y otros particulares de cada empresa, que facilitan la aplicación del diseño modular. Como muestran los casos encontrados, la eficacia y reiteración de su aplicación da como resultado una

serie de modelos ya consolidados y validados, que se clasifican en: métodos de análisis estructural, análisis funcional y modelos basados en matrices. Algunos son más recientes y su aplicación es más limitada en casos reales, lo que significa que actualmente se encuentran en un estado de experimentación y desarrollo. No obstante, se detecta que el uso en las fases conceptuales del diseño de producto es carente en la mayoría de los métodos, lo que representa una excelente oportunidad para desarrollar un nuevo método enfocado en dicha fase.

Líneas de investigación en diseño modular

En el análisis de las investigaciones previas sobre el diseño modular se han encontrado diversas referencias que prueban su importancia tanto en la actualidad como en el futuro. Resulta incuestionable la necesidad de seguir desarrollando líneas de investigación en este ámbito. De este modo, tras establecer el estado del arte se pueden definir las líneas de investigación futuras a desarrollar. Por su inminente interés tanto en el ámbito del diseño modular como en el contexto actual y futuro, se han detectado tres líneas principales de investigación:

1. **Sostenibilidad.** Desarrollo enfocado en el ecodiseño por sus ventajas en mantenimiento, reparación, reutilización y eliminación de residuos.
2. **Evolución de los métodos actuales.** Continuación del desarrollo metodológico actual con la finalidad de desarrollar o validar un nuevo método de diseño.
3. **Industria 4.0.** Evolución centrada en la fabricación 4.0 teniendo en cuenta los usuarios futuros (prosumer) y el nivel de personalización del producto.

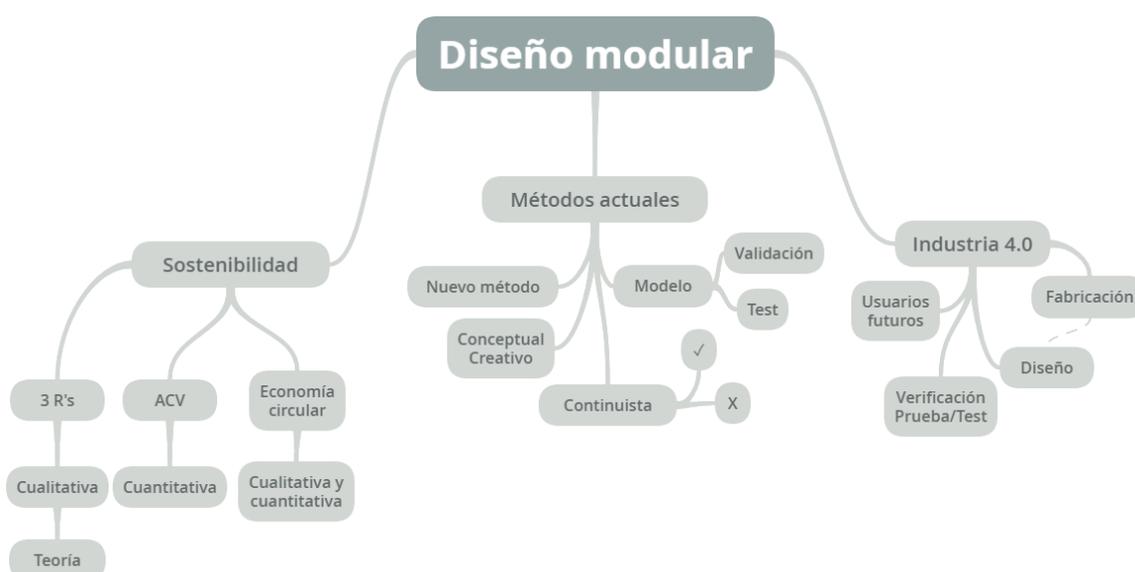


Figura 5. Definición de las líneas de investigación identificadas del diseño modular.

Visión de otros autores

A continuación, se citan algunas conclusiones que han obtenido otros autores en sus investigaciones sobre diseño modular. Esto nos permite conocer, a rasgos genéricos, su visión sobre su estado y futuro desarrollo.

- Las conclusiones evidencian la importancia del diseño modular y el marco en el que se sitúa, que responde a las grandes necesidades industriales para hacer frente a las necesidades de los clientes, las nuevas tecnologías y la fabricación ágil (Russell Marshall, 1998).
- Se identificaron dos vacíos en los métodos actuales: la falta de herramientas para el diseño de la interfaz y la falta de reglas de diseño para elegir los componentes comunes de la plataforma (Hölttä-Otto, 2005).
- Si la modularidad se entiende como la estandarización de entidades de diseño, se puede establecer su desarrollo como un hito en la producción industrial. Esto daría lugar a nuevas oportunidades para utilizar la modularidad dentro de la industria (Lehtonen, 2007).
- La aplicación del diseño modular es un requisito esencial para satisfacer la flexibilidad de personalizar productos (A. H. M. Shamsuzzoha & Helo, 2009).
- Las empresas están rezagadas en términos como la modularidad y la plataforma de producto, que son los requisitos básicos para mejorar la productividad y la satisfacción del cliente. En la literatura hay pocas reglas específicas o métodos disponibles para formular una estrategia modular de desarrollo de productos (A. Shamsuzzoha, 2010).
- El tener productos modulares contempla mejoras en los tiempos de desarrollo, calidad de los componentes, menores costes de producción, intercambiabilidad y personalización. Además, se identifica la necesidad de explorar la fase conceptual de diseño desde un punto de vista estandarizado y modular (Echevarría-Quintana, 2015).

Estado actual del diseño modular

Por otra parte, en este apartado se enumeran las conclusiones internas que se han obtenido del estado del arte, lo que aporta la visión propia de la revisión.

- Los estudios revisados coinciden en la necesidad de aplicar el diseño modular en el contexto industrial y social actual, donde el mercado es más competitivo, hay menos recursos, más exigencias y el latente deseo de personalización.
- No se ha encontrado ninguna definición precisa sobre diseño modular. En su lugar, todas las investigaciones se centran en definir conceptos relacionados como modularidad, arquitectura de producto y plataforma de producto.

- Se tiende a confundir el diseño modular por productos que se basan en la repetición de piezas o familias de productos sin partes intercambiables. El diseño modular se basa en adaptar, personalizar y reemplazar piezas diferentes (módulos), permitiendo a un mismo producto ser multifuncional.
- El diseño modular permite alargar el ciclo de vida gracias a una mayor capacidad de mantenimiento a través de recambios y actualizaciones. Por ello, es clave en el desarrollo tecnológico, económico y social.
- Las empresas utilizan el diseño modular para satisfacer las demandas de los clientes y adaptar el proceso de fabricación al cambio. Los sectores donde más se ha desarrollado son: automoción, arquitectura, mobiliario, electrónico, juguetería, electrodoméstico, energético e informático.
- La economía circular es un concepto económico basado en “*reparar, reutilizar y reciclar*” que considera que la modularidad, la versatilidad y la adaptabilidad son características muy apreciadas a las que debe darse prioridad.
- Muchas de las ventajas del diseño modular coinciden con sus características, entre las que encontramos: adaptabilidad, estandarización, sostenibilidad, costes/tiempo, multifuncionalidad, personalización y escalabilidad.
- Los métodos existentes se pueden dividir en: métodos actuales, en desarrollo y teorías. De los actuales se diferencian los métodos basados en matrices, en funciones, los métodos checklist y las reglas de diseño.
- Pocos métodos sirven para ser utilizados en fases conceptuales, por lo que existe una carencia de metodologías de diseño modular enfocadas a la esta fase. Actualmente, la mayoría están dirigidos a hacer un análisis funcional del producto orientado al estudio de las causas finales.
- Se ha detectado una potente relación entre el diseño modular y la sostenibilidad debido a sus ventajas en aspectos como el mantenimiento, la reparabilidad, el desmontaje, la reutilización y la eliminación de residuos. Todo esto, pudiéndose estudiar desde tres enfoques: las 3 R's (*reducir, reutilizar, reciclar*), Análisis del Ciclo de Vida (ACV) y Economía Circular.
- Teniendo en cuenta el estado actual del desarrollo de metodologías y su carencia en las fases conceptuales, se identifica un nuevo hito de investigación que continúe con el desarrollo metodológico actual con la finalidad de validar un nuevo método de diseño modular en dichas fases.
- Se detecta la necesidad de evolucionar el diseño modular en el ámbito de la Industria 4.0 por el interés que supone trabajar el diseño y la fabricación de forma conjunta teniendo en cuenta los usuarios futuros, la sociedad, la industria y el nivel de personalización del producto.

Definición y elección de las líneas de investigación

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 1: SOSTENIBILIDAD

Debido a la necesidad de desarrollar productos más respetuosos con el medio ambiente, es imprescindible llevar a cabo nuevas investigaciones que faciliten la creación de productos basados en principios de ecodiseño. El diseño modular presenta numerosas ventajas dentro del contexto de la economía circular, ofreciendo beneficios en aspectos como el mantenimiento, la reparabilidad, el desmontaje, la reutilización de componentes (incluso para otros productos) y su eliminación. Según la Rueda de la Estrategia del Ecodiseño de Van Hemel (Brezet & Van Hemel, 1997), el uso de una estructura modular hace posible que se alargue el ciclo de vida de un producto que ya no es óptimo desde el punto de vista técnico o estético, permitiendo satisfacer las necesidades del usuario. Esto da lugar a mejoras en cuanto a nuevas funcionalidades, recambios, estandarización y reciclabilidad. Otros estudios han destacado también que las ventajas del diseño modular pueden contribuir a la mejora de la sostenibilidad ya que contemplan mejoras en los tiempos de desarrollo y validación, calidad de los componentes, menores costes de producción, intercambiabilidad y personalización (Echevarría–Quintana, 2015). Por todos estos motivos, se podría trabajar la sostenibilidad a través del diseño modular desde tres enfoques diferentes: las 3 R's (Reducir, Reutilizar, Reciclar), Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y, como ya se ha dicho anteriormente, Economía Circular.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 2: EVOLUCIÓN DE LOS MÉTODOS ACTUALES

Actualmente existen numerosas metodologías para aplicar el diseño modular, muchas de ellas ya consolidadas y validadas, y otras todavía en desarrollo. Diversas investigaciones hacen referencia a la necesaria continuación de su desarrollo. Afirman que es necesario realizar un trabajo futuro de aplicación en un contexto industrial, puesto que aunque se haya comprobado su aplicación, se requiere una mayor validación de su usabilidad y eficacia (Lehtonen, 2007). Además, sostienen que en base a las necesidades actuales de la industria, se identifica la necesidad de explorar la fase conceptual desde un punto de vista estandarizado y modular (Echevarría–Quintana, 2015). De este modo, en el punto en el que se encuentran actualmente dichas metodologías, se detecta la necesidad de desarrollarlas y seguir evolucionándolas en dos vertientes: la primera, continuista, donde habría un especial interés en el *Modelo Funcional Cuantitativo*; y la segunda, enfocada a desarrollar una metodología completamente nueva. Durante el estudio del estado del arte de los actuales métodos de diseño modular, se ha detectado que su uso en las fases conceptuales del diseño es muy carente, por lo que existe una gran oportunidad de desarrollar un nuevo método apoyado en la fase conceptual.

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN 3: INDUSTRIA 4.0 Y PROSUMER

El concepto de Industria 4.0 responde a una nueva manera de organizar los medios de producción cuyas bases tecnológicas son: Internet de las cosas, Sistemas ciberfísicos, Cultura maker (DIY) y Fábrica 4.0 (Corino López, 2019; Davies, 2015; Drew, 2019). En este campo, el diseño modular puede tener una fuerte connotación en el desarrollo de las dos últimas bases al permitir trabajar diseño y fabricación de manera conjunta. El desarrollo de la modularidad dentro de la producción industrial es de gran relevancia ya que puede hacer frente a las nuevas tecnologías, la fabricación flexible, los requisitos de los clientes y la complejidad del producto (Russell Marshall, 1998). Sin embargo, el diseño modular no sólo tendría cabida en la fabricación desde el punto de vista de la industria, sino también desde el del usuario. Sus características permiten que los productos sean personalizables, adaptables y evolutivos, lo que hace que sea un gran hito en la *cultura maker* y, especialmente, para los usuarios *prosumer*. En este aspecto, la creciente demanda de productos personalizados está empujando a las empresas a aplicar el diseño modular al tratarse de un requisito esencial para satisfacer la flexibilidad de personalizar productos (A. et al., 2010). En general, esta línea de investigación alberga un enfoque más prospectivo que tiene en cuenta la actual evolución de la industria, así como del contexto en el que se desarrolla haciendo referencia tanto a la sociedad y como a los consumidores.

ELECCIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN

Se ha conseguido detallar el estado del arte del diseño modular teniendo en cuenta el contexto con el que se relaciona, lo que ha permitido ultimar con unas conclusiones y la definición de tres líneas de investigación de gran interés para su futuro desarrollo. Las tres líneas, cada una con sus particularidades, pueden aportar resultados desveladores en el ámbito del diseño modular. No obstante, se ha decidido continuar con la tercera línea definida, que se centra en *Industria 4.0 y prosumer*.

La primera línea, centrada en la *sostenibilidad*, ha sido descartada por la cantidad de métodos existentes que se centran en diseño sostenible, muchos de ellos teniendo en cuenta la modularidad de los productos. Además, se ha llegado a la conclusión de que creando productos modulares para el *prosumer* también se pueden obtener resultados sostenibles por ser productos con un ciclo de vida útil más largo al ser el usuario quien los fabrica, configura, reparara, mejorara y actualiza, características directamente relacionadas con la sostenibilidad. Además, al tener una intervención personal se genera un vínculo emocional que da valor al producto y es clave para evolucionar hacia un consumo más sostenible (Manzini & Marión, 1992).

Por otra parte, la segunda línea de investigación, que se centra en la *evolución de los métodos actuales*, también ha sido descartada puesto que los métodos actuales se basan en la fabricación flexible y la configuración del producto, siendo el diseño modular invisible a ojos del consumidor. Por otra parte, la aportación más innovadora que puede hacer esta línea de investigación al ámbito del diseño modular

es la creación de una nueva metodología que se centre en las fases conceptuales del producto. Sin embargo, este resultado también se puede alcanzar creando una metodología nueva centrada en el usuario prosumer.

Por estos motivos y por el nivel de innovación de la propuesta, se ha decidido que la línea de investigación con más potencial para desarrollar en forma de tesis es la que se centra en la *Industria 4.0* y el *usuario prosumer*.

MODELO METODOLÓGICO DE DISEÑO MODULAR APLICADO A INDUSTRIA 4.0

Doctoranda: Laura Asión Suñer
 Director: Ignacio López Fornés
 Universidad de Zaragoza

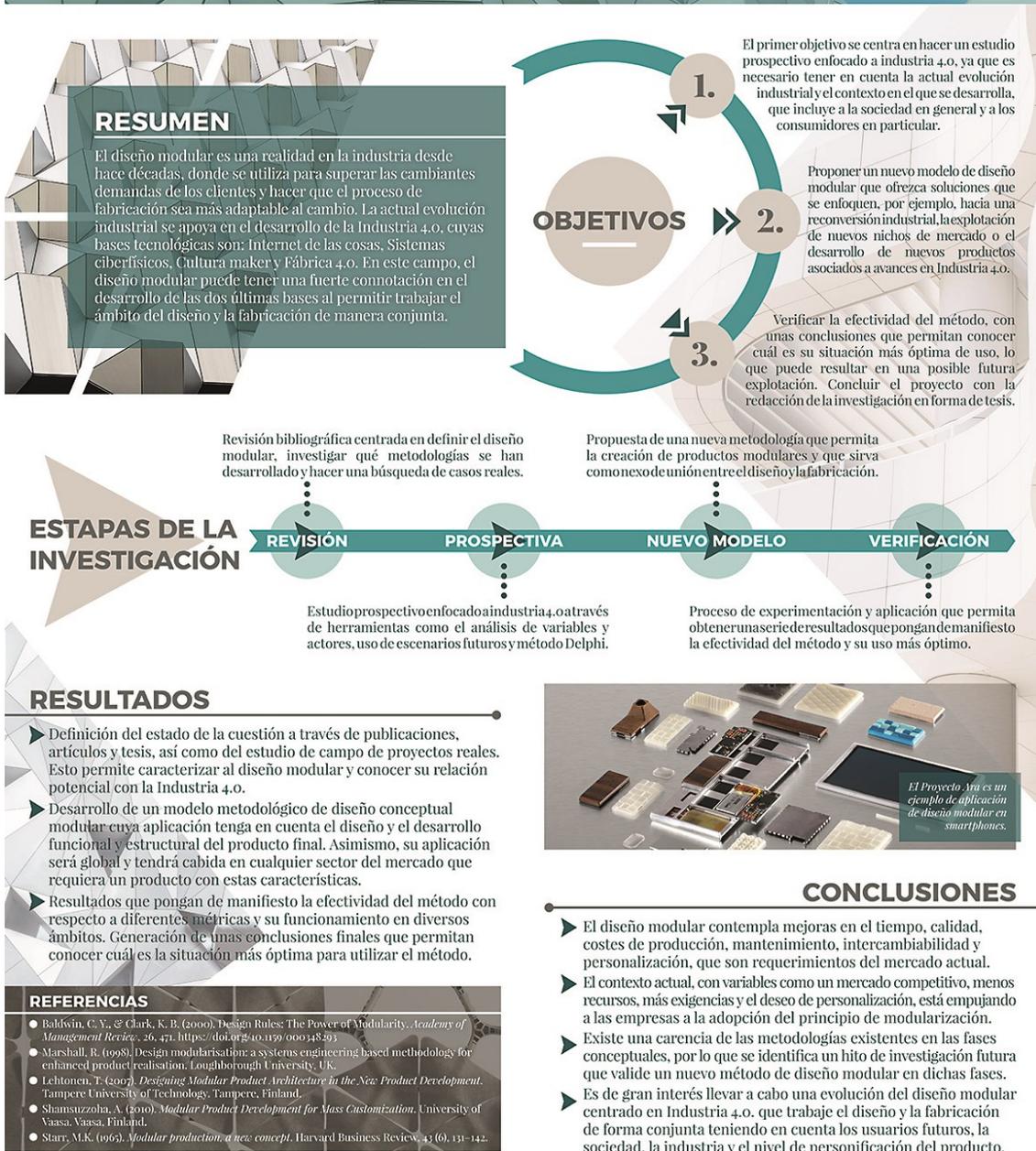


Figura 6. Infografía de la línea de investigación. Póster para las Jornadas Doctorales del G9 (Santander, 2018).

Tras realizar un análisis de la relación del diseño modular con la Industria 4.0 se ha concluido que los futuros resultados tienen como nexo de unión el desarrollo y la fabricación de productos antes que el diseño de éstos. Por ello, se ha decidido redefinir la línea de investigación para continuar con el estudio del usuario prosumer y poder así utilizar el diseño modular como Especificación de Diseño (EDP) para la creación de productos enmarcados en el contexto de la cultura maker y los prosumers. De este modo, se ha decidido afinar el estudio para pasar del ámbito general (*Industria 4.0*) al particular (usuarios prosumer), lo que permite abarcar con mayor detalle el ámbito de estudio a analizar.

Este cambio implica modificar levemente el objetivo principal de la investigación. El objetivo inicial de la metodología a desarrollar era permitir la creación de productos modulares y que su aplicación tuviera en cuenta el diseño y la relación función-estructura del producto de modo que sirviera como nexo de unión entre el diseño y la fabricación. Este objetivo se mantiene, pero, de acuerdo a los avances realizados, la nueva metodología deberá estar enfocada en la creación de productos para prosumer. Por otra parte, el desarrollo de la investigación contemplaba proyectar el método de diseño desarrollado en una empresa privada para conocer los resultados de su aplicación. Debido a la nueva dirección de la investigación que centra el método en el prosumer, su experimentación pasará a realizarse con usuarios prosumer en colaboración con organizaciones maker, lo que puede ofrecer un campo de pruebas más idóneo.

Caracterización del diseño modular

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





**CARACTERIZACIÓN
DEL DISEÑO MODULAR**

Imagen: Cámara fotográfica de Nikon

CARACTERIZACIÓN DEL DISEÑO MODULAR

El diseño modular es una herramienta en constante desarrollo que evoluciona en múltiples direcciones. Las definiciones proporcionadas por otros autores son diversas y sin consenso, puesto que cada una es específica de cada autor e insuficientemente global para una aplicación análoga real. Algunos artículos revelan la necesidad de clarificar el término para hacer un uso futuro más apropiado. Lo mismo ocurre con *módulo* y *arquitectura de producto*, cuyas definiciones son independientes y no se relacionan entre sí, dando lugar incluso a una confusión en la terminología entre conceptos, como es el caso de *modularidad* y *diseño modular*. Se ha detectado que, en su aplicación real, los tres términos (*módulo*, *arquitectura de producto* y *diseño modular*) mantienen una fuerte relación de interdependencia. Esta relación es intrínseca en la aplicación del diseño modular con numerosas metodologías y casos que lo respaldan. Sin embargo, no se ha definido previamente en la literatura.

Proporcionar una definición adecuada de la relación *módulo / arquitectura / proceso de diseño* puede contribuir notablemente a la caracterización de diseño modular. Para lograrlo, las definiciones que otros autores han aportado a estos tres conceptos se han recopilado y analizado, contabilizando las características y palabras clave citadas en cada caso. También se ha considerado cómo es su aplicación real a través del análisis de las metodologías más relevantes de diseño modular. Esto ha permitido definir con precisión la relación *módulo / arquitectura / proceso de diseño*, así como las características esenciales y complementarias del diseño modular. Finalmente, la caracterización es aplicada en un caso real para apoyar su definición y facilitar su comprensión.



Figura 7. Proceso de caracterización y definición del diseño modular.

Necesidad por falta de consenso

A pesar de su importancia en la literatura, el diseño modular es un término bastante general que se utiliza ampliamente, pero que ha sido ambiguamente definido (Smith, 2009). En concreto, los términos *módulo* y *modularidad* han sido empleados como términos puramente genéricos y han estado abiertos a interpretación durante años (Russell Marshall, 1998). El único consenso existente es que un producto modular consiste en módulos entendidos como bloques de construcción. Por lo tanto, la definición de diseño modular se basa en la definición de módulos (J. K. Gershenson et al., 2003).

Según algunos autores, no existe un consenso sobre la definición de diseño modular en la literatura actual (Russell Marshall, 1998; Smith, 2009). En su lugar, la investigación define conceptos relacionados, como *modularidad* o *arquitectura de producto*, para explicar el contexto del diseño modular y sus implicaciones en el diseño de productos. Además, la diversidad de enfoques metodológicos y la falta de vocabulario común representan un desafío para la estandarización de las prácticas y pueden dificultar la implementación sistemática en el desarrollo de productos (Bonvoisin, Halstenberg, Buchert, & Stark, 2016).

Por otra parte, en la revisión de la literatura existe una gran confusión entre los términos *modularidad* y *diseño modular*. Aunque hay muchos autores que, desde su campo, pretenden dar una definición al diseño modular, hoy en día existe una tendencia a aplicar la definición de modularidad al concepto de diseño modular. Como resultado, el término *diseño modular* carece de una definición propia y a menudo se confunde con la modularidad, como se puede comprobar en algunos documentos de la literatura actual (Bonvoisin et al., 2016; Frandsen, 2017). Es necesario comprender que la modularidad es sólo una característica que un diseño puede cumplir o no, mientras que el diseño modular es un método de diseño utilizado intencionadamente en el proceso de diseño y desarrollo de un producto que se basa en la relación módulo / arquitectura de producto / proceso de diseño.

Además, el impacto positivo del diseño modular en la innovación de productos nos hace reflexionar sobre si los modelos de las últimas cinco décadas son adecuados para las necesidades actuales de la industria. Se detecta que, en la aplicación real, los términos *módulo*, *arquitectura de producto* y *diseño modular* mantienen una fuerte relación de interdependencia. Este capítulo pretende aclarar el significado del diseño modular a través de la definición de la relación módulo / arquitectura / proceso de diseño. El resultado contribuye a una visión amplia del concepto "*diseño modular*" y al conocimiento de la relación entre los tres términos. A través de la definición de esta relación se facilita la elección del modelo de diseño modular a aplicar, así como la evaluación de si un diseño puede considerarse modular o no.

Proceso de caracterización

Para llevar a cabo la caracterización del diseño modular, se ha realizado una revisión bibliográfica centrada en los principales autores que han aportado definiciones de *diseño modular*, *módulo*, *modularidad* y *arquitectura de producto*. Para identificar a los autores principales, se tuvieron en cuenta tres aspectos. Primero, la capacidad del trabajo de proporcionar una rigurosa definición lo suficiente comprensible y justificada. Segundo, la fecha en que fueron publicados, ya que los más antiguos fueron los que establecieron las bases de estas definiciones. Y tercero, el número de citas de cada uno, concluyendo que muchas de las publicaciones de los últimos años hacen referencia a los mismos autores.

Además, se ha realizado un análisis de las metodologías de diseño modular para comprender su aplicación práctica y cómo es la relación de los tres términos en su contexto real. De este modo, cada metodología ha sido analizada de forma individual para saber en qué elementos de la relación M/A/P se centra y si tiene en cuenta la dependencia entre ellos. De forma análoga, se ha realizado un análisis comparativo sobre algunos casos reales de productos de diferentes sectores desarrollados con metodologías basadas en el diseño modular. Por todo ello, este análisis incluye una exhaustiva revisión de diversas tesis, artículos de investigación, metodologías y aplicación práctica de casos reales.

Los datos recopilados en la revisión bibliográfica, sobre todo los referentes a definiciones y metodologías de diseño modular, se sintetizaron y organizaron en una tabla que ha sido incluida en el *Anexo V* del cuerpo de esta tesis. Para caracterizar la relación módulo/arquitectura/proceso de diseño y así definir sus bases, se extrajo de cada definición las palabras clave y sus características principales. Finalmente, se realizó un recuento de las características, proporcionando una definición de las principales. Así pues, se obtuvieron un total de tres características esenciales, es decir, aquellas que son necesarias para lograr un diseño modular; y nueve características complementarias, que son aquellas que aumentan el grado de modularidad de un producto, pero cuya aplicación no es obligatoria para lograr un diseño modular.

Para concluir el estudio, se analizó un ejemplo real de aplicación de diseño modular con el objetivo de aplicar, comprender y justificar las definiciones de las características definidas. Finalmente, este proceso de caracterización ha permitido concluir el capítulo con una definición sólida de diseño modular y la intrínseca relación M/A/P que mejora su aplicabilidad. Es necesario aclarar que este trabajo no es una revisión, sino un análisis deductivo y una síntesis de la literatura publicada hasta ahora.

Relación M/A/P

En la revisión bibliográfica realizada se extrajeron una serie de definiciones y metodologías de un total de 150 autores que enfocan sus estudios en el diseño modular, pero también en los términos *módulo*, *modularidad* y *arquitectura de producto*. Estos resultados se muestran en el *Anexo V* de esta tesis.

Analizando los resultados, se establece un vínculo entre los términos identificados y la relación pragmática-sintáctica del desarrollo de producto, que es la relación entre la funcionalidad deseada en un objeto con la selección e interrelación de los componentes del mismo. Primero, el término módulo se identifica como un elemento individual e independiente que forma parte de un todo mayor. También se relaciona con su aspecto sintáctico, es decir, en su entidad física como un componente que forma parte de una estructura en la construcción del producto.

Desde la visión del análisis estructural, cada módulo nos describe su funcionalidad para lograr la función principal del producto. Esencialmente, los módulos (unidades en un sistema más grande) son estructuralmente independientes entre sí, pero trabajan juntos. Por lo tanto, el sistema en su conjunto debe proporcionar un marco, una arquitectura, que permita tanto la independencia de una estructura como la integración de su función (C. Baldwin & Clark, 1997). En consecuencia, encontramos que el término arquitectura del producto –definido como la estructura física del producto, la representación abstracta de sus componentes y las relaciones entre ellos– se refiere al conjunto completo del producto y está estrechamente relacionado con su aspecto pragmático, es decir, con su aspecto funcional en términos de selección y disposición de los componentes del producto para obtener el rendimiento requerido.

Finalmente, encontramos el diseño modular, que es un modelo que se integra dentro del proceso de diseño y a través del cual se obtiene un producto con características modulares. Por lo tanto, incluye todos los aspectos del desarrollo del producto en la relación pragmático-sintáctica.

La Figura 8 muestra la conexión entre los tres términos a través de la representación del módulo como componente, la arquitectura del producto como un todo mayor y el diseño modular como un proceso. A través de este diagrama, se obtiene la definición de una relación en la que cada módulo se visualiza como un elemento independiente (engranaje), con sus propias características y funciones separadas. La combinación de varios "engranajes" a través de las conexiones dentro del propio producto da lugar a diversas configuraciones que modifican el funcionamiento del ensamblaje en su conjunto y modifican la arquitectura del producto (engranaje externo).

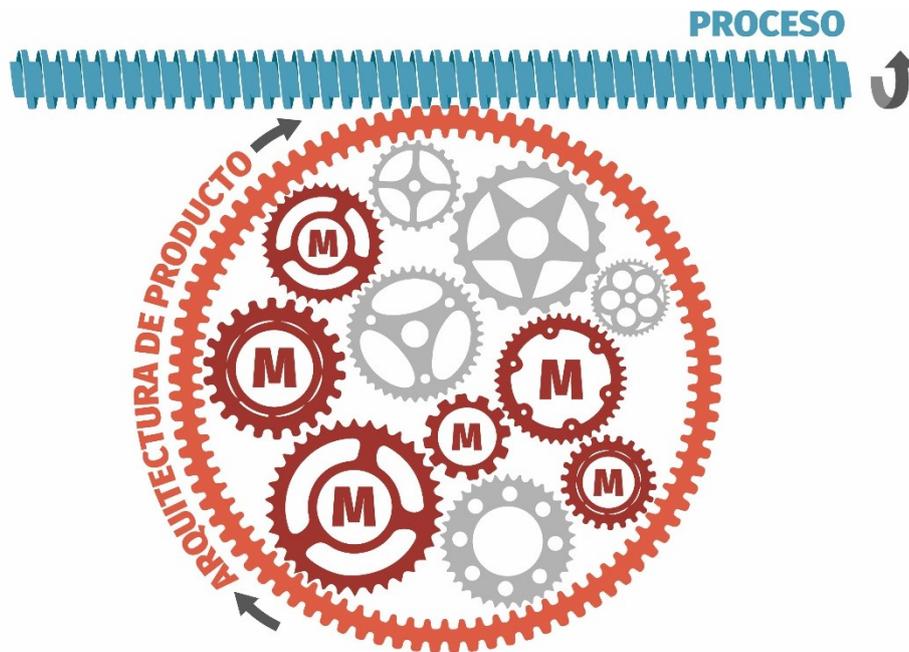


Figura 8. Diagrama de la relación módulo, arquitectura de producto y proceso de diseño.

La sustitución o eliminación de un módulo puede variar la funcionalidad del producto o incluso llevar al no funcionamiento del mismo cuando se trata de un módulo crítico. Al mismo tiempo, estas configuraciones y modificaciones tienen lugar en el contexto de un proceso (tornillo sinfín) en el que el diseñador utiliza herramientas metodológicas para lograr un diseño modular efectivo en respuesta a las especificaciones de diseño del producto (EDPs) dadas. Como se puede comprobar posteriormente en su caracterización, la definición de la relación M/A/P integra las tres características esenciales: *independencia*, *conectividad* y *variabilidad*.

Módulo

Un módulo en un sistema modular tiene muchas conexiones entre sus elementos internos, pero tiene relativamente pocas conexiones externas a otros módulos. Idealmente, cada módulo realiza una función específica requerida por el sistema para lograr un objetivo general (Sinha & Suh, 2018). Este hecho se basa en la relación entre conseguir la independencia funcional y reducir las interacciones entre módulos, siendo esta una forma de contrarrestar los cambios en los requisitos del usuario final (Chen, Rosen, Allen, & Mistree, 1994). Las relaciones funcionales pueden ser: de dependencia operacional, de flujo de energía, de comunicación de señales u otras relaciones (You & Smith, 2016). Allen y Carlson-Skalak sostienen que un módulo es un componente del producto que puede eliminarse de forma no destructiva, pero que proporciona una función única y necesaria para que el producto funcione como se desea (Allen & Carlson-Skalak, 1998). Así, la modularidad se define como el grado en que la arquitectura de un producto se compone de módulos con una interacción mínima.

Salhiey y Kamrani (Sa'ed & Kamrani, 1999) definen el módulo como un bloque de construcción que puede agruparse con otros bloques para formar una variedad de productos. Marshall (Russell Marshall, 1998) habla sobre las características de los módulos y declara que son independientes y autónomos, y que pueden combinarse y configurarse con otros para lograr una función general. Actualmente, los módulos altamente independientes son importantes para los procesos de reemplazo de productos (You & Smith, 2016).

Existen varias clasificaciones de módulo, como la que establece que existen módulos "duros" (módulos físicos que pueden ensamblarse) y módulos "flexibles" (que tienen una presencia física limitada) (O'Grady, 1999). También se pueden diferenciar en función de las interacciones dentro del producto (Kusiak & Huang, 1997). Por otra parte, Blok et al. dividen la modularidad en tres tipos de módulos: módulos básicos, comunes a todos los servicios; módulos que pueden configurarse para adaptarse a necesidades específicas; y módulos utilizados para la personalización (Doran, de Blok, Luijkx, Meijboom, & Schols, 2010).

En definitiva, un módulo se puede entender como una unidad cuyos elementos estructurales están fuertemente conectados entre sí, pero están ligeramente conectados a elementos en otras unidades (C. Baldwin & Clark, 1997). En general, todos los autores están de acuerdo en que es un fragmento de un producto con una función identificable (Hölttä-Otto, 2005) y relativamente independiente acoplado al resto del sistema (Hölttä-Otto, Chiriac, Lysy, & Suk Suh, 2012).

Arquitectura de producto

Una arquitectura de producto se puede ver como un principio de construcción donde se disponen los elementos funcionales en una serie de componentes físicos (Løkkegaard, Mortensen, & McAloone, 2016). Una de las estrategias de diseño más utilizadas para gestionar la arquitectura de sistemas complejos es el diseño modular (C. Y. Baldwin & Clark, 2000). Se identifican algunos elementos clave en la arquitectura modular de un producto: sus componentes (módulos), interfaces estandarizadas y el grado de acoplamiento entre ellos (Mikkola, 2006).

El aumento de la modularidad en las arquitecturas de sistemas se entiende como un buen principio de diseño (Walsh, Dong, & Tumer, 2019). Investigaciones previas muestran los beneficios de una arquitectura de producto modular por mejorar los costes a través de elementos comunes, así como los ciclos de tiempo de desarrollo de los productos derivados (Marion, Meyer, & Barczak, 2015). En su aplicación real, la existencia de una arquitectura común permite a los consumidores combinar productos de diferentes empresas (Staudenmayer, Tripsas, & Tucci, 2005).

El diseño modular tiene el potencial de incorporar consideraciones sobre el ciclo de vida en el proceso de configuración de la arquitectura del producto (Chung, Kremer, & Wysk, 2014), por lo que consigue beneficios en el desarrollo, ensamblaje, reutilización, reciclaje y otros objetivos (Gu, Hashemian, Sosale, & Rivin, 1997). Así, una arquitectura de producto modular proporciona la capacidad de reemplazar módulos a un coste menor que en una arquitectura integral (Engel, Browning, & Reich, 2017). Por ello, el diseño modular incluye aquellos sistemas que se planifican desde la fase de concepción y que están diseñados para ser utilizados en diferentes productos, plataformas o arquitecturas (Muffatto & Roveda, 2000a).

Sin embargo, no existe un consenso universal sobre la definición de cómo deben percibirse las arquitecturas de productos modulares (Leseure et al., 2010). Maier la define como la estructura de un producto, en términos de componentes, conexiones y restricciones (Rechtin, E., & Maier, 2010). Crawley et al. proporcionan una definición similar, pero en lugar de componentes físicos se refiere a entidades no físicas como las funciones (Crawley et al., 2004). Afirman que la arquitectura del producto es una descripción abstracta de las entidades de un sistema y sus relaciones, y también el esquema mediante el cual se asignan a subsistemas. Estas definiciones están relacionadas con la estructura física del producto, la representación abstracta de sus componentes y la correlación entre ambos.

Por otra parte, existen varias formas de representar la arquitectura de un producto. Algunos de los métodos más utilizados (Hölttä-Otto, 2005) son: estructura jerárquica de árbol, diagrama de funciones (Pahl & Beitz, 2013), diagrama IDEFO (IDEFO, 2017), estructura de diseño modular (MDS) (Browning, 2001), diagrama de objetos y procesos (OPD) (Dori, 2001) y lenguaje de modelado unificado (UML) (Rumbaugh, Jacobson, & Booch, 2004). Sin embargo, el contexto de diseño descrito en la mayoría de los trabajos generalmente se centra en diseñar arquitecturas de productos modulares en lugar de rediseñar las arquitecturas de productos existentes para que sean más modulares (Koh, Förg, Kreimeyer, & Lienkamp, 2015).

Proceso de diseño modular

Una de las primeras definiciones de diseño modular fue la idea de una construcción con unidades estandarizadas para lograr flexibilidad y variedad en el uso de un producto (Walz, 1980). La mayoría de las definiciones se centran en las ventajas de usar la modularidad como un medio para caracterizar el diseño modular, y muchas de ellas derivan de la noción básica de dicho diseño como un sistema basado en bloques que involucra su intercambiabilidad (Lehtonen, 2007). La presencia del término módulo en la definición es muy relevante, ya que forman la base de un producto modular: cuantos más componentes se ajusten a estos módulos, más modular será el producto (J. K. Gershenson et al., 2003).

Es necesario entender la importancia de la conexión, la estandarización y la cooperación entre los módulos para lograr el correcto funcionamiento del producto. Así, el objetivo del diseño modular es conectar elementos en grupos a partir de los cuales se pueden ensamblar diversas variantes (Hubka & Eder, 2012). Esta unión hace que el diseño modular sea un sistema que comprende un grupo de elementos individuales que forman una unidad autónoma, cooperativa e independiente con una o más funciones (Russell Marshall, 1998). Esta combinación de elementos puede ocurrir en un solo producto o entre varios diferentes, facilitando la formación de una familia de productos. En este sentido, un producto modular es un diseño orientado a la función que se puede integrar en diferentes sistemas para el mismo propósito funcional con poca o ninguna modificación necesaria (Chang & Ward, 1995).

Algunos investigadores sugieren que el diseño modular promueve la innovación del producto a través del rápido aprendizaje de prueba y error, acelerando así la introducción de nuevos productos (Lau, Yam, & Tang, 2011). Otra ventaja es que los productos se pueden ensamblar y probar antes de la producción para reducir el tiempo y costo de fabricación. Además, el uso de estructuras modulares es una posible estrategia para proporcionar la variedad y reducir los costos (Ripperda & Krause, 2017). No obstante, los principales beneficios en términos de funcionalidad son: reconfiguración, por las ventajas que ofrece el cambio de diseño, adición y actualización de módulos; y personalización, ya que la reorganización de módulos puede proporcionar a los usuarios una selección de modelos (Gu et al., 1997).

Podemos concluir que el diseño modular es un proceso mediante el cual se logran una serie de ventajas técnicas dentro del producto, mediante la creación de módulos (componentes independientes) con configuraciones diferentes dentro de una arquitectura de producto que describe un todo. Además, sus características están estrechamente relacionadas con los beneficios que proporciona a los productos.

Otros conceptos relacionados

El término *modularidad* está estrechamente relacionado con los conceptos definidos y a menudo se confunde con *diseño modular*. Puede definirse como el grado en que un sistema está formado por elementos independientes pero interactivos, y en el que cada módulo alberga un conjunto aislado de funcionalidades (Sinha, Suh, & de Weck, 2018). Un ejemplo se observa en la industria informática, cuyo éxito se atribuye a la modularidad, es decir, a la creación de productos complejos a partir de subsistemas más pequeños que pueden diseñarse independientemente pero funcionan en conjunto (C. Baldwin & Clark, 1997). Por lo tanto, se puede confirmar que la modularidad es una estrategia para organizar productos complejos (He & Kusiak, 1996). Esto permite controlar el grado en que los cambios impactan en el diseño del producto, brindando a los diseñadores más flexibilidad para cumplir con

los procesos cambiantes (John K Gershenson, Prasad, & Allamneni, 1999). Esta flexibilidad también se refleja en el cliente ya que, durante la vida útil de un producto, la modularidad permite diseños flexibles capaces de responder a los cambios en los requisitos funcionales de diversos orígenes (Tate, Lindholm, & Harutunian, 1998).

Otro término relacionado con los previamente definidos, en especial con la arquitectura del producto, es la *plataforma de producto*. La modularidad y el desarrollo de la plataforma permiten a las empresas alcanzar altos niveles de variedad y, al mismo tiempo, mantener la complejidad y costes en un nivel limitado (Magnusson & Pasche, 2014). Se ha demostrado que las plataformas de productos modulares proporcionan ahorros sustanciales en costes y tiempo, a la vez que permiten ofrecer una amplia variedad de productos. Como resultado, se han desarrollado numerosos métodos de plataforma de productos durante la última década (K. Otto et al., 2016).

De este modo, una plataforma de producto se puede definir como un conjunto de componentes, módulos o partes comunes a partir de los cuales se crean una serie de productos derivados (Meyer & Lehnerd, 1997). También puede entenderse como un conjunto de componentes del producto que están físicamente conectados como un subconjunto estable y son comunes a los diferentes modelos (Muffatto & Roveda, 2000b). Otros autores ofrecen una definición más general, donde la plataforma es una colección de elementos comunes (no solo componentes físicos) que se implementan a través de una gama de productos (Hölttä-Otto, 2005; McGrath, 2000). Dentro de una familia de productos, sería el conjunto de parámetros, características y/o componentes que permanecen constantes de un producto a otro (Simpson et al., 2001). Si nos centramos en la definición en las plataformas basadas en módulos, una plataforma de producto sería el conjunto común de módulos físicos o no físicos de los que se pueden derivar múltiples productos (Hölttä-Otto, 2005).

Relación M/A/P en el proceso de diseño

Algunas metodologías suponen la base de la aplicación del diseño modular, mientras que otras desarrolladas recientemente proponen evoluciones y mejoras. Según Gershenson (J K Gershenson, 2004), los métodos de diseño modular se dividen en cuatro categorías: métodos de lista de verificación (LV), reglas de diseño (RD), matrices (M) y métodos paso a paso (P). Previamente, en el estudio de los métodos actuales más consolidados (Tabla 2) ya se había identificado la tipología de métodos basados en matrices por su fuerte presencia en la literatura. No obstante, en ese mismo análisis también se diferenciaron los métodos basados en funciones (F) en referencia a aquellos que trabajan sobre la organización y relación de las funciones para definir la arquitectura del producto o diferenciar módulos. Se ha considerado necesario mantener esta categoría en el siguiente análisis dado que varios de los métodos citados pertenecen a esta tipología y no a la establecida por Gershenson.

La Tabla 7 muestra las metodologías más representativas encontradas en esta revisión. Comprende los datos principales de cada método y cómo cada uno cumple con la relación M/A/P en función del aspecto en el que se centra para conseguir un producto modular. Estos aspectos pueden ser: módulo (M), si la metodología analiza los componentes y funciones del producto para agruparlos en módulos; arquitectura de producto (A), si el objetivo es estudiar la estructura del producto y la relación con sus componentes; o el proceso de diseño modular (P), que se centra en la modularidad como un objetivo de diseño que afecta las fases futuras del ciclo de vida en la etapa posterior a la fabricación y el desarrollo. Este aspecto es opuesto a la noción de modularidad como una simple herramienta de resolución de problemas.

Año	Autor	Nombre del método	Objetivo del método	Tipo	Relación
1987	Kusiak y Chow	Cluster identification algorithm	Identificación y resolución de grupos funcionales	P	A
1992	Charles W. Bytheway	Function Analysis Systems Technique (FAST)	Análisis y definición funcional	F	M/A
1994	Boothroyd et al.	Design for Manufacture and Assembly (DFM/DFA)	Optimización de fabricación y montaje	M+RD	M/A
1994	Chen et al.	Methodology for evolutionary development and change of characteristics	Búsqueda modularidad e independencia funcional en sistemas complejos	P	M/A/P
1994	DiMarco et al.	Fishbone diagram for disassembly	Análisis de compatibilidad para la reciclabilidad	P	M/A
1994	Menon et al.	Quality function deployment (QFD)	Identificación de grupos de funciones	M	M/A
1995	Tyson R. et al.	Design Structure Matrix (DSM)	Identificación y análisis de grupos funcionales	M	M/A/P
1995	Ulrich, K.T. y S.D. Eppinger	Ulrich and Eppinger's Modular Product Design	Diseño y desarrollo de productos modulares	LV	M/A/P
1996	Gunnar Erixon	Modular Function Deployment (MFD) (Erixon, 1998)	Diseño enfocado a la modularidad del producto	M	M/A/P
1997	Gu et al.	Method to help group the components into separable modules (Gu et al., 1997)	Modularización para la reutilización y el reciclaje	P	M/A/P
1998	Dov Dori	Object-process methodology (OPM)	Análisis del proceso para sistemas de automatización e integración	F	A
1998	Fujita	Method centered on the product platform	Diseño para la variedad de productos	F	A
1998	Russell Marshall	The Holonic Product Design Methodology (HPD)	Diseño para la modularización para la mejora de productos	LV	M/P
1998	Siddique y Rosen	Method focused on the product platform and the design of product families	Diseño para la variedad a través de características comunes de la plataforma	F	M/A/P

1999	Gershenson, J. K. y Prasad, G. J.	Method to redesign a product eliminating, reorganizing or changing components and modules	Modularidad en el diseño para la fabricación	P	M/A/P
2000	Stone, R. B. et al.	Function Structure Heuristics	Identificación de módulos en arquitecturas de producto	F	M/A
2000	Stone, R. B. et al.	Quantitative functional model	Desarrollo de arquitecturas a través de modelos funcionales	F	M/A
2001	Kevin Otto	Brand modularity matrix	Modularización para soportar múltiples plataformas de marca	M	M/P
2002	Martin MV e Ishii K	Design For Variety (DFV) method	Diseño para la variedad: desarrollo de arquitecturas de producto modularizadas	P	M/A/P
2006	Mikkola, J.H.	The modularization function	Análisis del grado de modularidad en la arquitectura de producto	F	M/A
2009	Echevarria Quintana, M	FAS Method (Function-Assembly-Space)	Selección de variables modulares	LV	M/A/P
2012	Lewis, P.K., y Mattson, C.A.	Optimization-based method	Optimización de sistemas multifunción a través de la modularidad	F	M/A
2014	Borjesson, F. y Hölttä-Otto, K.	R-IGTA (based on DSM and MFD)	Generación de módulos en arquitectura de producto basado en las interacciones	M	M/A/P
2014	Moon SK et al.	Multi-objective particle swarm optimization (MOPSO)	Identificación de variables de diseño para una familia de productos	P	M/A
2015	H. ElMaraghy, T. AlGeddawy	Methodology for Modular and Changeable Design Architecture	Aplicación de diseño modular en la arquitectura de sistemas de automóviles	M	M/A
2015	Koh EC et al.	Engineering Change Forecast (ECF) matrix	Pronóstico de cambios de ingeniería para priorizar la modularización de componentes	M	M/P
2016	Løkkegaard, M. et al.	Conceptual model for modular service platforms	Diseño de servicios modulares	P	M/A
2016	Otto K et al.	Modular product family concept development	Desarrollo de familias de productos modulares	P	M/A
2016	Zih-Hao You and Shana Smith	Multi-objective modular design method for creating highly distinct independent modules	Método multiobjetivo para crear módulos independientes	M+P	M/A
2017	AlGeddawy T et al.	Methodology for modular products taking into account DFA	Equilibrar la complejidad del ensamblaje y la modularidad del producto	P	M/A/P
2017	Kaushik Sinha and Eun Suk Suh	Multi-objective optimization framework	Optimización de la arquitectura del sistema para la modularidad	M	M/A

Tabla 7. Análisis de los métodos de diseño modular y su cumplimiento con la relación M/A/P.

El análisis muestra métodos que persiguen diferentes propósitos relacionados con el diseño modular y la arquitectura del producto. Muchos de ellos se basan en la optimización o combinación de otros para adaptarlos a un propósito específico. Actualmente, debido a la complejidad de los productos y sistemas, existe una tendencia hacia la creación de métodos con múltiples objetivos.

En cuanto a la relación M/A/P, encontramos que un mismo método puede centrarse en un solo aspecto, pero también en dos o incluso los tres al mismo tiempo. Once de los treinta y un métodos analizados atienden a la relación M/A/P, de los cuales dos pertenecen a la tipología de lista de verificación, cinco a paso a paso, tres a métodos basados en matrices y uno a métodos basados en funciones. Se observa que la relación M/A/P cubre las cuatro tipologías metodológicas. Por otro lado, no existe ningún método que se centre únicamente en el módulo (M) o el proceso de diseño modular (P), mientras que existen tres que se centran exclusivamente en la arquitectura del producto (A). Esto se vincula al hecho de que todos, excepto tres, incorporan la arquitectura del producto (A) en su desarrollo. Entre ellos, catorce se centran en la relación módulo/arquitectura (M/A), donde cinco son métodos basados en funciones, cuatro métodos basados en matriz y cinco métodos paso a paso.

Aplicación de la relación M/A/P en casos reales

El siguiente análisis compara algunos casos reales de productos desarrollados con métodos basados en diseño modular y posteriormente comercializados. Para ello, se analizan seis ejemplos de productos reales que se han valido del diseño modular para lograr diversos objetivos de diseño. La selección de casos se ha llevado a cabo a partir de los casos previamente recopilados (Tabla 4 y Tabla 5), tomando únicamente los que se basaban en un método de diseño. Para cada caso, se muestra primero de qué producto se trata, qué empresa lo ha diseñado y a qué sector pertenece. También se estudia qué metodología utiliza y cuál es su objetivo principal de diseño. Finalmente, en cada caso se identifican qué elementos de la relación M/A/P se han tenido en cuenta, igual que en el análisis previo de los métodos de diseño modular.

Como se puede observar en la Tabla 8, el análisis muestra que los principales objetivos de diseño están relacionados con la flexibilidad de producción, la estandarización, la creación de una familia de productos y la mejora de la funcionalidad. Por otra parte, se puede observar que todos los casos utilizan su propia metodología de diseño modular adaptada a las necesidades de cada empresa o producto. No obstante, a pesar de ello, todos los modelos tienen en cuenta la relación entre el módulo y la arquitectura de producto, y tres de ellos también tienen en cuenta el proceso de diseño. Es por esto que podemos concluir a través del análisis de estos casos que la relación M/A/P está presente en la práctica, aunque no haya sido previamente definida en la literatura.

Producto (empresa, sector)	Metodología	Objetivo de diseño	Relación
Escáner digital (Crosfield Electronics, electrónico) (Russell Marshall, 1998)	Crosfield Product Life Cycle Process (CPLCP)	Ciclo de vida del producto, interfaz e interacción	M/A
Automóvil (Ford Motor Company, automoción) (Russell Marshall, 1998)	Ford Product Development System (FPDS)	Familia de productos y flexibilidad de producción	M/A/P
Barco de pasajeros (agencia financiera finlandesa para tecnología, transporte) (Lehtonen, 2007)	Horseshoe model (Modelo Herradura)	Eficiencia en la entrega, estandarización y flexibilidad del producto	M/A/P
Automóvil (Volkswagen, automoción) (Hölttä-Otto, 2005)	Toolkit strategy	Funcionalidad, familia de productos y flexibilidad	M/A
Máquina herramienta (Fastems Oy, maquinaria) (Lehtonen, 2007)	Esquema funcional de la estructura del producto	Funcionalidad, fabricación y gama de productos	M/A
Automóvil (Grupo PSA, automoción) (El Mundo, 2016)	CMP (Common Modular Platform) / EMP2	Familia de productos y flexibilidad de producción	M/A/P

Tabla 8. Productos diseñados con métodos basados en diseño modular y su relación M/A/P.

Definición de características

Tras el análisis bibliográfico (Anexo V), se ha llevado a cabo un trabajo de síntesis para establecer las principales características del diseño modular. Para ello, se han contabilizado las palabras clave y características propias que cada autor aportaba en su propia definición de diseño modular. Como resultado, se han obtenido un total de doce características, donde se diferencian características esenciales y las complementarias. Dichas características se definen en este apartado ordenadas descendientemente según la cantidad de veces que aparecen en las definiciones, empezando con *independiente* y finalizando con *personalizable*.

Características esenciales

Las características esenciales son aquellas que suponen una condición *sine qua non* para lograr un diseño modular. Deben estar presentes al mismo tiempo en el conjunto de un producto para que pueda considerarse diseño modular. Si una de estas características no está, ya no se trataría de diseño modular. El análisis realizado ha proporcionado las siguientes definiciones para las características esenciales:

- **Independencia:** Es el núcleo del diseño modular. Un sistema modular consta de módulos diseñados de forma independiente, pero que funcionan como un todo (He & Kusiak, 1996). Los beneficios del diseño modular a menudo se logran a partir de la independencia de los módulos, que permite el intercambio entre productos en una misma familia (Borjesson & Hölttä-Otto, 2014). Estos

módulos independientes y autónomos se pueden combinar y configurar con otros para lograr la función general (Russell Marshall, 1998). En este aspecto, el diseño modular se basa en la relación entre lograr la independencia funcional y reducir las interacciones entre módulos (Chen et al., 1994). Por lo tanto, una arquitectura modular permite el desarrollo independiente de módulos debido a la mínima interacción sistémica entre ellos (Sinha & Suh, 2018).

- **Conectividad:** El diseño modular tiene como objetivo conectar elementos constructivos en grupos adecuados a partir de los cuales se pueden ensamblar variantes (Hubka & Eder, 2012). Se pueden diferenciar dos grados de conexión: dentro de cada módulo y entre diferentes módulos (Jung & Simpson, 2017). La modularidad debe permitir la conexión entre módulos intercambiables e independientes y, por lo tanto, el uso de interfaces modulares debe estar bien definido (T. T. Kidd, Song, Klinger, Powell, & Vinci, 2008). Gracias a la conectividad, el concepto central de las plataformas y arquitecturas de productos modulares se basa en la reutilización de diseños estándar y comunes entre las familias de productos (Løkkegaard et al., 2016).
- **Variabilidad:** Un módulo se puede definir como un bloque de construcción que se puede agrupar con otros para formar una variedad de productos (Sa'ed & Kamrani, 1999). El diseño modular implica un aumento en la variedad de productos (Ulrich, 1994), ya que la modularidad es un elemento de diseño básico en el fomento de la variedad (Siddique, Rosen, & Wang, 1998). Por ello, muchas empresas eligen el diseño modular para generar una variedad de productos a través de la combinación de plataformas y módulos. De este modo, se pueden considerar dos tipos de variedad al desarrollar la arquitectura de un producto: dentro de la línea de producto actual que se está diseñando y en las generaciones futuras del producto (Martin & Ishii, 2002).

Características complementarias

Los siguientes párrafos proporcionan una definición para las características complementarias, que son aquellas que mejoran el grado de modularidad de un producto, pero cuya aplicación no es obligatoria para considerarlo diseño modular. Sin embargo, en la aplicación real se ha observado que el correcto uso de las características esenciales condiciona la presencia de las complementarias.

- **Economía:** El diseño modular es un enfoque eficaz para acortar el tiempo de entrega y reducir el coste en el desarrollo de productos (Li, Wang, Zhang, Chu, & Xue, 2017). Esto mejora la coordinación de múltiples proyectos mediante la reutilización de elementos probados (Xu & Jiao, 2009). Por ello, los productos con una arquitectura modular se pueden rediseñar, actualizar y variar con facilidad. Sin embargo, una arquitectura tradicional hace que el cambio sea más complejo y costoso (Engel et al., 2017).

- **Multifuncionalidad:** Un producto modular puede cubrir múltiples funciones mediante su integración en diferentes sistemas para el mismo propósito funcional, pero sin modificaciones (Chang & Ward, 1995). Esto implica la formación de componentes en subgrupos funcionales, organizados por función y agrupados para que las interacciones con otros grupos se minimicen (Ulrich, 1994). La modalidad del producto puede emprender dos estrategias: el agrupamiento temporal, que activa y organiza diferentes grupos de módulos, y la propagación de la modalidad, que se basa en la modalidad de los módulos subordinados (Liu, Hildre, Zhang, & Rølvåg, 2016).
- **Adaptabilidad:** La adaptabilidad del producto está determinada en gran parte por las elecciones sobre su arquitectura, especialmente la modularidad (Engel et al., 2017). El diseño modular se utiliza con frecuencia para superar las demandas y adaptar el proceso de fabricación al cambio (C. Y. Baldwin & Clark, 2000). Esto permite reemplazar módulos individuales para mejorar la funcionalidad con un impacto mínimo (Sinha & Suh, 2018). Por lo tanto, el uso del diseño modular implica la incorporación de la adaptabilidad para poder ajustarse al cambio temporal y permanente (Shah & Hazelrigg, 1996).
- **Intercambiabilidad:** El uso del diseño modular implica la intercambiabilidad de módulos dentro de un sistema basado en bloques (Lehtonen, 2007) al promover la división y descomposición de arquitecturas de producto en módulos para facilitar su intercambiabilidad (T AlGeddawy, Samy, & ElMaraghy, 2017). Esto permite controlar el grado en que los cambios afectan el diseño final. En términos generales, la intercambiabilidad proporciona una mayor flexibilidad, dentro de un ciclo de tiempo reducido, permitiendo el intercambio y combinación de componentes (Kusiak & Huang, 1997).
- **Estandarización:** La modularidad surge de la deconstrucción de un producto en subconjuntos, lo que facilita la estandarización y la variedad (J. K. Gershenson et al., 2003). Entre los elementos de diseño básicos que permiten la variedad de productos y la uniformidad de la plataforma se encuentra la estandarización de componentes, interfaces y procesos (Siddique et al., 1998). Estas interfaces estandarizadas permiten intercambiar diferentes versiones de un módulo, lo que resulta en beneficios de variedad (Borjesson & Hölttä-Otto, 2014).
- **Flexibilidad:** Se considera que un sistema basado en el diseño modular favorece la flexibilidad para la incorporación de futuras modificaciones al limitar el grado de interacción entre los módulos del sistema (C. Y. Baldwin & Clark, 2000). Sus beneficios residen tanto en la expansión de elementos, que proporcionan flexibilidad al producto, como en la economía de escala, lo que aumenta el valor para el usuario final (Shah & Hazelrigg, 1996). La modularidad proporciona diseños flexibles que pueden responder a cambios

en los requisitos funcionales (Tate et al., 1998). De este modo, la clave para obtener un alto nivel de flexibilidad se puede encontrar en la metodología de plataformas y arquitecturas modulares (Løkkegaard et al., 2016).

- **Actualizaciones:** Un producto se puede diseñar, rediseñar, actualizar, producir y externalizar fácilmente si se divide en módulos independientes, incluso si esta situación no es visible para los usuarios finales (Engel et al., 2017). Cada módulo es responsable de realizar una función específica, lo que permite un diseño inicial coherente y la facilidad de actualización cuando se desarrolla una nueva tecnología (Sinha & Suh, 2018). Esto evita el esfuerzo de rediseño al garantizar que los cambios solo afecten a un módulo (John K Gershenson et al., 1999). Así pues, el diseño modular acelera el cambio y evita la obsolescencia del sistema completo (Tosunoglu, 1994).
- **Personalización:** La modularización, plataformas y familias de productos son tácticas de estructuración para la personalización masiva (Pakkanen, Juuti, & Lehtonen, 2016). El diseño modular permite a los clientes combinar módulos para crear un producto final que se adapte a sus gustos y necesidades (C. Baldwin & Clark, 1997). Uno de sus principales beneficios es la personalización, ya que la reorganización de módulos puede proporcionar a los usuarios una selección de modelos (Gu et al., 1997). De este modo, los clientes pueden personalizar productos producidos en masa eligiendo módulos predefinidos que luego se combinan en los pasos finales de producción (Kaplan & Haenlein, 2006).
- **Reutilización:** La facilidad de montaje y desmontaje, junto con la posibilidad de verificar la calidad del módulo, es clave para la reutilización del producto (Scheidt & Zong, 1994). Las arquitecturas y plataformas de productos basadas en el diseño modular permiten la reutilización de diseños entre las familias de productos (Løkkegaard et al., 2016). Además, la capacidad de intercambio del módulo, tanto dentro de un producto como entre varios diferentes, permite que un producto se reutilice, incluso cuando deja de funcionar. Por ello, se puede considerar que el diseño modular es la combinación de estandarización y reutilización (Echevarría–Quintana, 2015).

Sumario de características

La Tabla 9 muestra el número de apariciones de cada característica identificada en las definiciones de la revisión bibliográfica (*Anexo V*). Las tres primeras se han clasificado como *esenciales*, no solo por tener el mayor número de apariciones sino por su importancia en la definición de diseño modular. Por otra parte, el resto que aparecen con menos frecuencia se han clasificado como *complementarias*.

Característica	Características o términos relacionados	Sumatorio
Independiente	Separable	18
Conectable	Colaboración, unión, interfaz	18
Variable	Combinación, configuración	18
Económico	Rápido, fácil ensamblaje, calidad, valor añadido, eficiente	12
Multifuncional	Complejo	11
Adaptable	Reemplazable, cambiante, versátil, organizado	11
Intercambiable	-	10
Estandarización	Compatible	10
Flexible	-	10
Actualizable	Evolutivo, rediseñado	9
Personalizable	Customizable	9
Reutilizable	Reciclable	9

Tabla 9. Sumatorio de la aparición de características en las definiciones revisadas.

Caracterización en un caso real: el boli BIC

Para justificar la elección de las características esenciales y complementarias y hacerlas más comprensibles, se ha analizado un ejemplo de buena aplicación del diseño modular frente a otro que podría considerarse diseño modular pero no lo es.

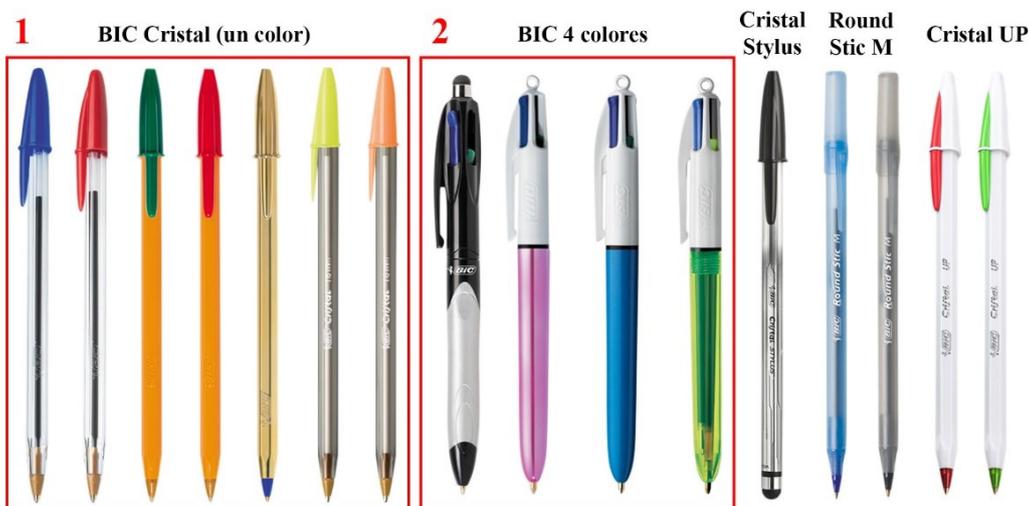


Figura 9. Gama de productos de papelería de la empresa BIC.

Los ejemplos elegidos son dos tipologías de bolígrafos de la compañía BIC (BIC Company, 2021). El primero es el bolígrafo común de una tinta (Nº 1 en la Figura 9) y el segundo es el bolígrafo de cuatro tintas (Nº 2 en la Figura 9). Ambos ejemplos tienen variantes que hacen que se generen familias de producto.

Para que la explicación de sus características sea fácil de comprender, se han identificado tres módulos comunes entre los dos casos: carcasa, cartucho y cierre (Figura 10). Hay que tener en cuenta que algunos agrupan varios componentes o módulos en su interior, como en el caso del cartucho del bolígrafo de cuatro tintas.



Figura 10. Módulos principales de los bolígrafos BIC Cristal y BIC 4 colores.

La Tabla 10 muestra qué características esenciales y complementarias cumple cada ejemplo. Un "✓" significa que el producto cumple la característica completamente, "-" significa que solo parcialmente y "X" indica que no la cumple.

Característica	Una tinta (1)	Cuatro tintas (2)
Independencia	✓	X
Conectividad	✓	X
Variabilidad	✓	-
Adaptabilidad	-	✓
Económico	✓	X
Intercambiabilidad	✓	-
Multifuncional	-	✓
Flexibilidad	✓	-
Estandarización	✓	X
Actualizable	✓	X
Personalizable	✓	-
Reutilizable	✓	X

Tabla 10. Cumplimiento de las características definidas en los dos productos analizados.

A continuación, se explica la Tabla 10 en detalle. El objetivo es aclarar por qué se deben cumplir las características esenciales para considerar que un producto es diseño modular. Además, también se justifica por qué un producto puede tener algunas características complementarias, pero que no por ello es diseño modular. En este ejemplo, el bolígrafo de cuatro tintas tiene módulos y una arquitectura de producto, pero no se basa en un diseño modular. Es por eso que un producto modular, es decir, compuesto de módulos, no siempre está diseñado bajo un proceso de diseño modular, lo que resulta en una relación M/A/P incompleta.

- **Características esenciales:** Para comprender por qué el bolígrafo de una tinta es diseño modular y el de cuatro tintas no, es necesario analizar sus *conexiones*. El bolígrafo de una tinta conecta sus módulos entre sí mediante presión, lo que permite a cada uno separarse del resto sin alterar los otros dos y seguir funcionando si se combina con otros externos. Esto dota a cada módulo de *independencia*, lo que permite al producto crear una familia de productos mediante *variantes* modulares. Como se aprecia en la Figura 9, cambiando el color de cualquier módulo o el grosor del puntero, entre otras características, se pueden conseguir numerosas variantes. Esto permite incluso compartir módulos con otras familias de producto, como *Cristal Stylus*, que ofrece una *actualización* mediante la incorporación de un puntero táctil; *Round Stic*, con el que comparte el cartucho y podría compartir el cierre gracias a sus medidas estandarizadas; o *Cristal Up*, con el que comparte los tres módulos (Figura 10). No obstante, el bolígrafo de cuatro tintas está altamente *integrado*, lo que hace que su *conectividad* no sea la adecuada para considerarlo diseño modular. El cartucho está incrustado en la carcasa, por lo que para separarlos es necesario romperla. Además, el cartucho no puede funcionar *independientemente*, pues necesita el apoyo de la carcasa para cambiar las tintas. Esto implica que el diseño no es modular debido a que no cumple con las tres características esenciales al mismo tiempo. Sin embargo, la *conexión* con el cierre es mediante rosca, lo que proporciona al producto su única faceta modular, donde las *variantes* de color de este módulo permiten crear una familia de productos con apariencia diferente. Este ejemplo demuestra la importancia de la relación M/A/P en la aplicación del diseño modular. Aunque un módulo puede cumplir con las tres características esenciales (tapa), la modularidad debe cumplirse en su conjunto, es decir, en la arquitectura del producto y en todos los módulos. Por esta razón, aunque el cierre del bolígrafo de cuatro tintas es modular, los módulos *cartucho* y *carcasa* no lo son, lo que significa que la arquitectura del producto tampoco lo es y, por lo tanto, que carece de los requisitos para considerarse diseño modular. Por ello, se debe diferenciar entre el módulo y el conjunto, que incluye la arquitectura del producto y el proceso de diseño.
- **Características complementarias:** En la mayoría de casos, la presencia de las características esenciales deriva en la inclusión de numerosas características complementarias, como sucede en este caso (Tabla 10), no obstante, no ocurre lo mismo al revés. Un ejemplo de ello es que la presencia de la *adaptabilidad* y la *multifuncionalidad* en el bolígrafo de cuatro tintas no lo hace modular. Ambas características se deben a la capacidad del módulo *cartucho* de cambiar el color cambiando sus tintas. Mientras que el bolígrafo de una tinta tiene tres módulos con tres funcionalidades (pintar para el *cartucho*, cubrir para el *cierre* y soportar para la *carcasa*), el bolígrafo de cuatro tintas posee además *múltiples funciones* en el módulo cartucho (pintar en azul, rojo, verde y negro). Esto hace que el bolígrafo multicolor tenga capacidad mayor para *adaptarse* a las circunstancias

de su uso. Por otra parte, la variabilidad (esencial) normalmente se debe a una buena *estandarización* de los componentes, que junto con una buena conexión (esencial) facilita su *intercambiabilidad*, como ocurre en el bolígrafo de una tinta, pero no en el de cuatro. Este hecho permite que el usuario final pueda *personalizar* el producto y que la empresa lo *actualice*. Como ejemplo, en la nueva colección de BIC se observa que mientras el bolígrafo "gold" de una tinta usa los mismos módulos ya diseñados, el bolígrafo negro de cuatro tintas es diferente y no reaprovecha ningún módulo de su familia de productos (Figura 9). Además, la independencia también fomenta la *reusabilidad*, por lo que el bolígrafo de una tinta es reutilizable al permitir el intercambio de sus módulos. En este caso sería factible que la compañía BIC vendiera módulos *cartucho* por separado para reutilizar los módulos *carcasa* y *cierre*, como ya lo hace la compañía Inoxcrom. Por otra parte, el bolígrafo de cuatro tintas no tiene la capacidad de reemplazar una tinta si se gasta, ya que es necesario romper el módulo *carcasa* para acceder al *cartucho* que alberga las cargas. Esto restringe al usuario a usar las tintas restantes, incluso si una ya no funciona. Finalmente, la presencia de las características esenciales también facilita la *flexibilidad*, lo que da lugar a una mejor *economía de escala*. En el bolígrafo multicolor, su única faceta modular aporta *flexibilidad*, *intercambiabilidad* y *personalización*, pero no mejora su *economía* al no estar *estandarizado* ni ser *reutilizable*.

Importancia de la caracterización en el contexto actual

Las publicaciones recientes se centran en la mejora y desarrollo de métodos destinados a fines muy específicos (arquitecturas de productos adaptables, agrupación óptima de elementos, plataformas flexibles, etc.) donde el diseño modular es solo una herramienta y no el objetivo. Estos propósitos a menudo coinciden con las características del diseño modular. Por lo tanto, actualmente lo más habitual es que el diseño modular sea el intermediario entre arquitectura y objetivo.

Las definiciones de modularidad, arquitectura y plataforma de productos proporcionadas por autores contemporáneos apenas han cambiado en comparación con las definiciones dadas en las últimas tres décadas. A pesar de las coincidencias entre ellas que han hecho posible esta caracterización, cada autor proporciona sus propias especificaciones que verifican que todavía no hay consenso en la definición de diseño modular. Las publicaciones más recientes tienen en cuenta los cambios que ha experimentado la industria en los últimos años, lo cual es muy útil para ofrecer una caracterización aplicable actualmente. Sin embargo, se ha demostrado que existen dificultades para aplicar el diseño modular en el diseño del producto debido a una confusión en la terminología que rodea al diseño modular, especialmente en lo que respecta a la diferencia entre modularidad y diseño modular.

El uso y la aplicación de las características complementarias en el diseño y desarrollo de producto aumenta el nivel de modularidad del producto final al proporcionar cualidades que aportan importantes ventajas en su ciclo de vida. La conceptualización como fase inicial de diseño prevé la escalabilidad de un objeto y la posibilidad de que éste sea modular gracias a la integración de las características deseadas, como la adaptabilidad, la estandarización, la personalización o la reutilización. Utilizadas durante las fases conceptuales, estas características complementarias se convierten en especificaciones de diseño del producto (EDPs).

La caracterización y su aplicación real

Las características definidas sirven para definir el término *diseño modular* y, aunque algunas pueden parecer antagónicas según el contexto en el que se apliquen, la mayoría son compatibles entre sí. Por ejemplo, un módulo puede ser *reutilizable* si el producto se desmonta y posteriormente se acopla en otro nuevo. Sin embargo, al permitir que los productos sean *actualizables*, el diseño modular puede hacer que muchos módulos se vuelvan obsoletos y, por lo tanto, no sean reutilizables. Es por eso que, dependiendo del producto y el contexto, algunas características pueden ser antagónicas. Sin embargo, otras como *variable*, *adaptable* y *flexible*, son totalmente compatibles y se necesitan mutuamente para caracterizar el producto.

La mayoría de los autores conceden gran importancia a la *independencia* como un pilar fundamental del diseño modular que permite que cada módulo se separe del conjunto y funcione por sí mismo. Por otra parte, la característica *variable* está muy presente en todas las definiciones, lo que da lugar a otras características secundarias que se basan en la misma idea, pero tienen diferentes matices, como *adaptable*, *flexible* e *intercambiable*. En cuanto a la *conectividad*, se trata de una característica esencial puesto que las interfaces bien definidas entre los módulos de un producto son imprescindibles para el correcto funcionamiento de un sistema modular. Por otro lado, hay una serie de características que, debido a la cantidad de veces que aparecen y los matices que aportan, pueden considerarse complementarias. Entre ellas, *económico* y *personalizable*, aparecen con menos frecuencia, pero sin embargo se han incluido en la caracterización: en el primer caso por incluir varias características en su definición (eficiente, rápido, etc.), y en el segundo, por su importancia en la evolución futura del diseño modular en el contexto industrial actual, donde la personalización es una clara tendencia de consumo.

Varios autores hablan de una independencia relativa entre los módulos y de la dificultad de lograr un alto grado de independencia entre ellos (Koh et al., 2015; Sinha & Suh, 2018; You & Smith, 2016). Esto se debe a que un módulo siempre necesitará una plataforma de producto y otros módulos para funcionar como un todo, por lo que es difícil concebir que funcione por sí mismo como un elemento autosuficiente y completamente independiente. Sin embargo, en este artículo concebimos la característica de independencia como la independencia física que los módulos deben tener para que sean separables, lo cual es totalmente necesario para lograr otras

características complementarias como la *adaptabilidad*, la *intercambiabilidad* o la *reutilización*. Por ello, la independencia física se ha concebido como una característica esencial, donde un módulo en un sistema modular típico tiene muchas conexiones internas entre los elementos internos del módulo, pero tiene relativamente pocas conexiones externas con otros módulos (Sinha & Suh, 2018).

El diseño modular en la relación M/A/P

Los conceptos *módulo*, *arquitectura de producto* y *diseño modular* no pueden ser tratados como términos independientes a partir de los cuales se toma un enfoque particular para lograr productos modulares. En su lugar, es necesario adoptar una perspectiva global, relacionando el módulo con la arquitectura y el proceso de diseño modular con el objetivo de obtener un producto modular que considere los tres términos: el módulo como componente, la arquitectura de producto como conjunto y el diseño modular como proceso. En la literatura, no se ha encontrado ninguna definición que relacione los tres términos. Algunos autores ofrecen definiciones por separado o incluso relacionan el módulo con la arquitectura o la arquitectura con el proceso de diseño. No obstante, ninguno de ellos establece una relación completa entre los tres. A pesar de ello, en la aplicación real existen varias metodologías que tienen en cuenta dicha relación, aunque ésta no haya sido previamente definida.

El uso del diseño modular puede entenderse como un método o como un instrumento. Como método se obtiene un producto con características modulares, independientemente de si el proceso se enfoca en el módulo, la arquitectura o ambos, de modo que se utiliza como metodología para lograr el producto. Ejemplos de esto son los métodos *Design Structure Matrix* (DSM) y *Modular Function Deployment* (MFD), que se basan en la creación de módulos a través del estudio de la arquitectura de producto. Como instrumento, el diseño modular se puede utilizar para otros fines, como acelerar la fabricación o aumentar la capacidad de reciclaje. En este caso, *Function Analysis Systems Technique* (FAST) y el *diseño para la manufactura y ensamblaje* (DFM / DFA) se centran en el estudio de la arquitectura del producto y las relaciones entre sus componentes, lo que resulta en la posible creación de módulos como medio reducir tiempos y costes. Esto incluye la sustitución del módulo, lo que optimiza el mantenimiento y la reparabilidad del producto, y su eliminación, que supone una mejora en el desensamblado y el fin de ciclo de vida. En este caso el diseño de un producto modular no es el objetivo, sino los medios para lograr un propósito particular.

Existen numerosas metodologías para la aplicación del diseño modular consolidadas y validadas, mientras que otras todavía están en desarrollo. Su estudio evidencia que la mayoría no tienen en cuenta las fases conceptuales. Esto implica una gran oportunidad para desarrollar un nuevo método centrado en la fase conceptual. En concreto, se identifica la necesidad actual de desarrollar estas metodologías y continuar evolucionándolas hacia una vertiente que esté enfocada en la fase conceptual, teniendo en cuenta que actualmente es un proceso de diseño que todavía no se aplica a la fase de concepción del producto con el objetivo de que sea modular.

El diseño modular como método integrado en el proceso de diseño de producto facilita la generación de familias de productos. Estas familias comparten la misma estructura o plataforma de producto y permiten la creación de una amplia gama de productos a través de la integración y el intercambio de módulos que mejoran el rendimiento, las funciones y los servicios finales.

La relación M/A/P en la aplicación de diseño modular

Un enfoque integrado de las definiciones de *Módulo*, *Arquitectura de producto* y *Proceso de diseño modular* puede facilitar su comprensión global como un conjunto interrelacionado para lograr productos modulares. Como resultado, esta relación facilita la aplicación del diseño modular en cualquier fase del proceso, especialmente en la conceptual. Esto alberga otros beneficios como facilitar la elección del método o la evaluación de si un producto puede considerarse modular o no.

En la relación M/A/P, cada módulo es un elemento independiente cuya combinación con otros módulos, a través de conexiones dentro del producto, da como resultado configuraciones. Estas configuraciones modifican el funcionamiento del ensamblaje e incluso su funcionalidad, es decir, la arquitectura del producto. Esto tiene lugar gracias al uso de herramientas metodológicas que proporcionan un diseño modular efectivo. Esencialmente, los tres términos no deben entenderse por separado a través de definiciones independientes, sino que están necesariamente relacionados entre sí para comprender y lograr con éxito el desarrollo y la implementación del diseño modular. Es esencial entender la importancia de la conexión, la estandarización y la cooperación entre ellos para lograr el correcto funcionamiento del producto.

El análisis de las metodologías y la relación M/A/P muestra que la arquitectura de producto (A) es el elemento más relevante, ya que sirve como enlace entre el módulo (M) y el proceso de diseño modular (P). La arquitectura de producto (A) se utiliza para lograr la formación de módulos (M) o el desarrollo de un producto modular (P) de forma independiente o simultánea, por lo que es necesario estudiar y analizar la estructura funcional y física que conforma el producto, es decir, su arquitectura de producto (A).

Por otra parte, el estudio de la relación M/A/P en casos reales de productos comercializados evidencia los resultados obtenidos en este estudio. Además, encontramos que los sectores que más han utilizado las metodologías de diseño modular son el automovilístico y el electrónico. Esto se debe a que su objetivo de diseño está enfocado a la búsqueda de la estandarización para aumentar la flexibilidad de fabricación y obtener una producción descentralizada que permita la externalización de los componentes. Por otra parte, se han encontrado sectores como el mobiliario, el juguetero y el arquitectónico que incorporan con frecuencia el diseño modular en sus productos pero que no han sido citados por no utilizar una metodología concreta. En estos casos, el objetivo de diseño se basa en la intercambiabilidad de los componentes, buscando la creación de módulos donde no siempre se tiene en cuenta el proceso de diseño debido a que sus funciones son menos complejas que en otros sectores.

El prosumer en la era actual

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





**EL PROSUMER
EN LA ERA ACTUAL**

Imagen: Muñeco de LEGO

EL PROSUMER EN LA ERA ACTUAL

Cada vez es mayor el interés de usuarios y consumidores en la participación del proceso creativo, lo que ha dado lugar a las prácticas propias de la *cultura maker* (MacMillan, 2012). En consecuencia, existe un número creciente de prosumers, usuarios que producen parte de lo que consumen. Así pues, han surgido términos como *customización masiva* o herramientas como el diseño modular facilitan la intervención de los usuarios en el proceso de diseño y transformación de sus productos, ya sea antes de adquirirlos o durante su ciclo de vida útil. En un plano más intangible, los prosumers también han comenzado a utilizar herramientas digitales que facilitan dicha intervención. Dentro de la cuarta revolución industrial (Industria 4.0), se han desarrollado tecnologías colaborativas enfocadas al prosumer con el objetivo de pasar del modelo lineal actual a la economía circular (Pavlopoulou, 2020) así como obtener productos individualizados que tengan en cuenta los deseos y necesidades del prosumer (Bartodziej, 2017). Se ha identificado que la forma en la que el usuario actúa sobre un producto depende de dos factores. Primero, del número de usuarios involucrados, es decir, de si la participación es individual (único usuario) o colectiva (dos o más usuarios). Y, en segundo lugar, de la libertad de participación sobre el producto, diferenciando entre una participación libre o restringida.

Este capítulo pretende estudiar cómo es el prosumer en la era actual y el contexto en el que se desarrolla. Para ello, la investigación se abarca desde dos perspectivas diferentes: la académica, mediante la búsqueda bibliográfica y el registro de casos reales, y la aplicación real, a través de un extenso estudio de campo.



Figura 11. Proceso de estudio y análisis sobre el prosumer en la era actual y su contexto.

La investigación comienza con un breve estudio bibliográfico que define cómo es la relación del prosumer con el proceso creativo, aportando al mismo tiempo una definición sólida que sirve como aclaración a la actual confusión terminológica. Posteriormente, se realiza un análisis de casos reales en los que el usuario ha participado en el proceso de diseño, transformación o fabricación de productos. Este análisis expone una serie de casos en función de su nivel de participación y colectividad. Posteriormente, se presentan las herramientas más populares usadas por los prosumers y los actuales métodos de diseño y fabricación enfocados a estos usuarios, analizando también una serie de organizaciones prosumer. Finalmente, se realiza un estudio de campo que incluye entrevistas a expertos en la materia, la asistencia a un evento maker y una encuesta a prosumers reales.

El prosumer en el proceso creativo

A pesar de que el contexto actual ha favorecido el aumento de la presencia de usuarios prosumer, esta filosofía empezaba a emerger hace algunas décadas. En 1972, se anticipaba que con la tecnología electrónica el consumidor podría llegar a ser también productor (McLuhan & Nevitt, 1972). No obstante, no fue hasta 1980 cuando Alvin Toffler acuñó el término *prosumer*, refiriéndose a los consumidores en masa que asumirían el papel de consumidores-productores (Toffler, 1980). De este modo, actualmente entendemos como prosumer a todo aquel usuario que participe activamente en la creación de productos y servicios que finalmente usará (Tapscott & Williams, 2008). Es necesario aclarar su definición, pues existe cierta ambigüedad en torno a este término ya que prosumer también puede ser la unión de *profesional* y *consumidor*, lo que le aporta otro significado diferente.

Se preveía que a medida que la sociedad avanzara, disminuiría el número de consumidores puros para ser reemplazados por prosumers (Kotler, 1986). A pesar de que existen numerosos casos, no se han establecido en la sociedad de forma generalizada. Sin embargo, en las dos últimas décadas ha tenido lugar una transición de consumidores pasivos hacia prosumers activos (Levine, Locke, & Searls, 2011). Esto se debe, entre otros factores, a cambios sociales como la alfabetización digital que han ampliado la práctica de la prosunción y la atención académica a la misma (Ritzer, Dean, & Jurgenson, 2012). Por otra parte, las nuevas herramientas tecnológicas se han introducido con un gran impacto en el ámbito del diseño, permitiendo la democratización de los procesos creativos centrados en el usuario y su participación en el proceso (Val Fiel, 2016). Así pues, los prosumers diseñan sus propios productos de acuerdo a sus necesidades, pudiendo incluso producirlos en casa (Erlhoff & Marshall, 2007). El prosumer ha emergido para convertirse en una figura central en la cultura contemporánea que llega a la autorrealización gracias al logro de su propio producto (Ritzer & Jurgenson, 2010).

Paralelamente, se ha desarrollado el movimiento maker como evolución del movimiento *Do It Yourself (DIY)* tradicional, donde ha pasado del bricolaje y el ensamblaje a la creación y la fabricación (Anderson, 2013; Hatch, 2013). La visión futurista de un usuario que puede llegar a ser productor y consumidor al mismo tiempo (McLuhan & Nevitt, 1972), se ha materializado en algunas comunidades que hacen que el prosumer esté más próximo a la tecnología y tenga un acceso más sencillo a las herramientas digitales. En este aspecto, es notable la importancia de la impresión 3D, que ha sido el motor de una nueva corriente maker al tratarse de uno de los desarrollos tecnológicos recientes más prometedores (Rayna, Striukova, & Darlington, 2015). Actualmente, se pretende llegar a los más jóvenes con acciones de divulgación robótica, software 3D y herramientas ágiles que les permiten crear sus propios productos (Herrero-Diz, Ramos-Serrano, & Nó, 2016).

El modelo de Toffler se mantiene enraizado en la era de los medios de comunicación masiva. Los roles como consumidores y usuarios han comenzado a estar estrechamente relacionados con aquellos como productores y creadores (Bruns, 2009). En concreto, el término *maker* ha expandido la consigna del DIY (*Do It Yourself*) al DIT (*Do It Together*) o DIWO (*Do It With Others*) e incluye disciplinas que van desde la informática y electrónica hasta la carpintería y metalurgia (Val Fiel, 2016). Las actividades que podrían agruparse bajo la categoría de *maker* van desde la venta al por menor, hasta la creación de espacios de trabajo (Mikhak, Lyon, Gorton, & Archives, 2002), ferias (Maker Faire, 2019) y servicios (Thingiverse, 2019). Knott diferencia tres tipos de prosumers en función de cómo utilizan las herramientas, los materiales y las indicaciones que las empresas les proporcionan: el prosumer que sigue las reglas; el que persigue la autosuficiencia; y el que adapta herramientas y materiales en procesos de bricolaje (Knott, 2013).

Finalmente, se identifica que el nivel con el que un prosumer puede intervenir en el producto final depende de dos factores. El primero, de si el proceso creativo es individual o colectivo: cuanto mayor número de usuarios intervengan, menos directa será la participación de un solo usuario, pudiendo incluso no influir en el resultado final. Aquí estaría el caso del diseño participativo, que tiene en cuenta todas las partes involucradas y cuenta con un gran flujo de información gracias a métodos como el *Design Thinking* o procesos de co-creación, pero donde no siempre se utiliza toda la información disponible, por lo que no todas las partes han intervenido de forma equitativa. Y, en segundo lugar, la intervención del prosumer dependería del nivel de libertad con el que este pueda influir en el proceso creativo (Figura 12), o, lo que es lo mismo, de la cantidad de restricciones que el principal responsable del diseño y desarrollo del producto final le interpongan: cuanto más restringido y limitado sea el diseño menos podrá intervenir el prosumer. En este caso nos encontraríamos con el ejemplo de la customización masiva, donde el usuario sólo tiene el poder de escoger entre diferentes opciones preestablecidas siendo así su nivel de intervención

en el proceso creativo mínimo. A medida que aumentan las posibilidades de intervención, la competencia del diseñador se dirige cada vez más a los clientes al verse desafiada su influencia sobre la producción (Erlhoff & Marshall, 2007). Esto tiene una influencia significativa a nivel social, donde el diseño comunitario y la customización del producto buscan desvincularse de la marca (Manzini, 2015).

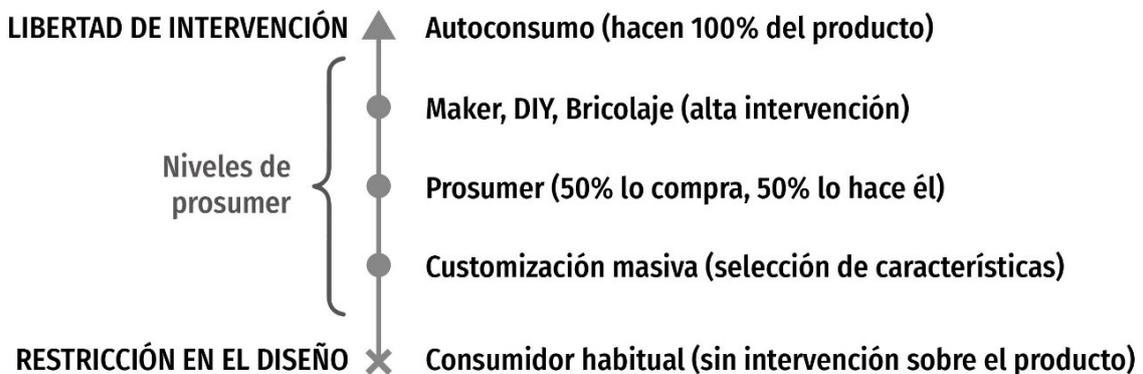


Figura 12. Niveles de intervención del prosumer en el proceso creativo del producto.

Análisis de casos de diseño de producto

Este apartado presenta un análisis de la intervención e influencia de los usuarios prosumer dentro del proceso de diseño de producto. Se analizarán una serie de casos reales que posteriormente serán ubicados en una gráfica según su nivel de intervención con respecto al producto final y su nivel de individualismo. Para ello, los casos han sido agrupados según el número de participantes, siendo individual o colectivo, y el grado de libertad creativa, diferenciando entre libre o restringida. Esto ha dado como resultado cuatro posibles grupos: colectivo con libertad de intervención, colectivo restringido, individual con libertad de intervención e individual restringido.

Clasificación de casos

COLECTIVO CON LIBERTAD DE INTERVENCIÓN

El uso de foros para co-crear colectivamente es una herramienta común entre los prosumers. En este caso, encontramos la web *Ikea Hackers* (Ikea Hackers, 2019), donde los usuarios transforman los muebles de Ikea para personalizarlos, rediseñarlos o incluso darles otro uso. Cualquier usuario puede aportar ideas nuevas y enriquecer las ideas de otros usuarios, creando así una red de colaboración entre todos ellos.

Por otra parte, fenómenos como la impresión 3D y el Open Access han permitido a los prosumers compartir sus creaciones digitales e incluso llevarlas al formato físico. Son numerosos los programas de modelado 3D que incluyen bibliotecas de archivos, como es el caso de *SketchUp* (Trimble, 2019), a las que tienen acceso sus usuarios para subir sus modelos y modificar los de otros usuarios, dando así lugar a modelos creados por diversos usuarios.

COLECTIVO Y RESTRINGIDO

En el ámbito del diseño, el *crowdfunding* y las votaciones han permitido que los usuarios puedan tomar decisiones colectivas sobre el resultado final de un producto. Como ejemplo de ello, encontramos la web *Legó Ideas* (LEGO, 2018) que permite a los usuarios votar qué productos de Legó, creados por la empresa o por otros usuarios, saldrán finalmente al mercado. Por otra parte, existen plataformas basadas en la filosofía *Do It Yourself*, como *Instructables* (Instructables, 2019), que comparten proyectos prosumer, en los que se incluyen instrucciones y archivos, para que otros usuarios los reproduzcan.

INDIVIDUAL CON LIBERTAD DE INTERVENCIÓN

Debido a las limitaciones en los sistemas productivos resulta difícil desarrollar productos únicos donde el prosumer pueda intervenir libremente. Por ello, las empresas optan por darle al usuario los medios necesarios para que sea él mismo quien finalice el producto. En este aspecto, el sector juguetero alberga algunos ejemplos por su naturaleza creativa, como es el caso de *Meccano* (Meccano, 2019), que permite crear vehículos a través de la combinación de piezas modulares. En el sector textil también nos encontramos ejemplos como el de la revista *Burda* (Burda, 2019), que pone a disposición del usuario patrones de costura, y el de *SpreadShirt* (Spreadshirt, 2019), que permite al prosumer incorporar su propio diseño sobre varios productos con un gran rango de libertad.

INDIVIDUAL Y RESTRINGIDO

Entre las herramientas existentes para que un usuario intervenga individualmente en el diseño de un producto una de las más utilizadas es la customización masiva, que consiste en configurar un producto a través de la elección de diversas opciones. Es muy utilizada en el sector de la automoción (DS Automobiles, 2019; MINI, 2019), pero también existen en otros sectores ejemplos como el de *NIKEiD* (Nike, 2019), que permite al usuario diseñar sus propias zapatillas Nike, o el de *Your Heineken* (Heineken, 2019), que temporalmente permitió customizar las botellas Heineken con fondos y mensajes.

Comparativa entre casos

A continuación, los casos expuestos serán ubicados en dos ejes, según la cantidad de prosumers involucrados y el grado de libertad creativa. Así, la siguiente gráfica muestra la ubicación de los casos presentados (Figura 13).

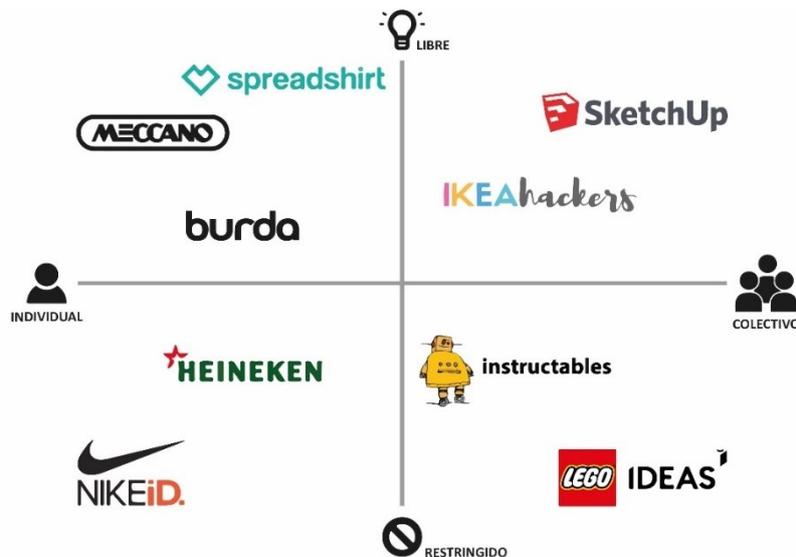


Figura 13. Casos enfocados al prosumer según el nivel de intervención y los usuarios implicados.

Existe una variedad de casos muy equilibrada entre todos los cuadrantes. Si algo tienen en común, es el uso de Internet y las plataformas digitales como medio de comunicación principal. Además, a pesar de sus diferentes procedencias, se detecta que todos tienen una conexión cronológica muy clara que coincide con el surgimiento de Internet y la Web 2.0. No obstante, su comunicación no se limita a Internet a través de foros, webs, páginas de configuración de productos, sistemas de votaciones, crowdfunding o bibliotecas de archivos, entre otros. En algunos casos, como en *Burda* o *IkeaHackers*, se ha utilizado el medio editorial para dar lugar a revistas y libros en formato físico. Es necesario tener en cuenta que en los casos de diseño las aportaciones del prosumer tienen como resultado final productos físicos.

Para establecer una comparación que permita conectar los casos estudiados, se ha realizado un análisis global de las herramientas utilizadas en cada caso. Se ha observado que cada cuadrante se puede caracterizar por el uso de una tipología de herramienta. La Figura 14 muestra las herramientas utilizadas según cada cuadrante.



Figura 14. Herramientas utilizadas en los casos analizados según cada cuadrante.

Las intervenciones colectivas, tanto libres como restringidas, se caracterizan por el uso de las plataformas digitales por facilitar la comunicación y el intercambio de ideas entre prosumers. En el caso de las creaciones colectivas con restricciones, también encontramos que el uso del crowdfunding y las votaciones coincide por ser herramientas donde los usuarios no aportan nuevas ideas, sino que condicionan la fabricación final de un producto ya existente. En cuanto a las creaciones individuales, encontramos más diferencias según qué ámbito se analice. Si nos centramos en las creaciones con libertad de intervención, encontramos que se utilizan herramientas tanto digitales como físicas debido a que los resultados son productos que en ocasiones fabrica el mismo prosumer. Por otra parte, en las creaciones individuales restringidas encontramos que se utiliza con frecuencia la customización masiva.

Durante mucho tiempo, la participación del prosumer ha sido individual y no compartida. Con la evolución en las tecnologías de la comunicación este hecho ha empezado a cambiar, dando lugar a la creación de redes de prosumers que comparten sus creaciones y opinan, permitiéndose incluso continuar con la labor que otro usuario ha comenzado. Esto crea una comunicación bidireccional: el prosumer toma referencias de otros usuarios para generar nuevos contenidos y compartirlo a través de los mismos medios. Así, la comunicación ya no sólo es unidireccional, es decir, el prosumer ya no es el único que disfruta de lo que crea.

Herramientas utilizadas

Existen múltiples herramientas que permiten a los prosumers participar en el proceso de diseño, transformación o fabricación de un producto. En este aspecto, los prosumers han comenzado a utilizar también herramientas digitales que facilitan enormemente esta tarea. Como se ha podido comprobar en el apartado anterior, estas herramientas pueden variar según el número de usuarios involucrados en el proceso y la libertad de participación que tienen en el producto.

En este apartado se presenta una clasificación cualitativa de casos que incluyen al usuario final, individual o colectivamente, como prosumer en el proceso de diseño del producto. El objetivo es estudiar el uso de herramientas en la fase creativa de acuerdo a los diferentes niveles de participación con respecto al producto final. Los casos se muestran en cuatro tablas según el número de usuarios involucrados y su nivel de participación. En estas tablas, también se analizan otros aspectos importantes relacionados con el estudio de herramientas digitales, como el tipo de contribución del prosumer al producto o la fase de diseño en la que participa. En definitiva, este apartado muestra si existe un patrón en el uso de herramientas de acuerdo con el número de usuarios involucrados en el proceso y sus diferentes niveles de participación con respecto al producto final, y cuáles son las razones de su uso.

Búsqueda de casos actuales

Para conseguirlo, se realizó una búsqueda inicial de casos documentados, pero solo se encontraron dos casos. Así pues, se llevó a cabo una búsqueda de campo con la palabra clave "prosumer" y otras palabras clave relacionadas como "diseño colaborativo", "personalización masiva", "co-creación" y "personalización". Después de esta búsqueda más exhaustiva, se obtuvieron la mayoría de los casos citados en el artículo. Para concluir con la búsqueda de casos, se realizó una búsqueda final a través de las herramientas identificadas en los casos encontrados previamente como "design software", "open source" o "tutoriales".

Se identificaron un total de 33 casos que, en lugar de ser examinados en su totalidad, fueron analizados superficialmente con la finalidad de tener la suficiente información como para llevar a cabo una clasificación cualitativa de acuerdo con dos aspectos principales. Primero, el número de participantes involucrados, diferenciando entre una participación individual (un único prosumer) o colectiva (más de un prosumer). Y, en segundo lugar, de acuerdo con el grado de libertad creativa, diferenciando entre una participación libre en la que los prosumers pueden participar libremente y establecer sus propios criterios sobre el producto final; o restringida, donde los prosumers pueden elegir entre las opciones ofrecidas por la empresa en la fase creativa del proceso de diseño. De esta forma, para optimizar la clasificación de los casos, estos se han dividido en cuatro tablas: casos de participación individual y libre (Tabla 11); casos de participación individual y restringida (Tabla 12); casos de participación colectiva y libre (Tabla 13); y casos de participación colectiva y restringida (Tabla 14).

En estas tablas, se definieron tres aspectos cualitativamente. Primero, el tipo de contribución del prosumer al producto, diferenciando entre nuevo diseño (ND), rediseño (RD), copia (C) o selección de características (SC). En segundo lugar, la fase de diseño, diferenciando entre la conceptual (C), la de desarrollo (DS), el de detalle (DT) o la fase de presentación (P). Y tercero, la herramienta digital utilizada, como la plataforma en línea (OP), el software de diseño (DS), los tutoriales (T), el código abierto (OS) o el sistema de votación (VS), siendo esto particular en cada caso. El apartado concluye con el análisis de los resultados que abordan aspectos relacionados con los prosumers y las herramientas utilizadas.

Análisis de herramientas físicas y digitales

La clasificación cualitativa de los resultados se incluye en la Tabla 11, Tabla 12, Tabla 13 y Tabla 14. Además, en la revisión de casos se encontraron diversos sitios web que ofrecen numerosas herramientas digitales para prosumers. Entre estos portales, se encontró un sitio web que ofrece a las empresas la posibilidad de

personalizar cualquiera de sus productos mediante el desarrollo de una herramienta visual digital de selección y filtrado (Customizer, 2019); una publicación de blog con una lista completa de recursos para modelado e impresión 3D (DIY 3D Printing, 2019); y una página de recursos en línea para hacer diseño gráfico sin ser un profesional en el campo (AdEspresso, 2019).

La primera tabla (Tabla 11) muestra una serie de casos individuales con libertad de participación. Las limitaciones en los sistemas productivos dificultan la labor de desarrollar productos únicos donde el prosumer pueda participar libremente. Por ello, algunas compañías le dan al usuario los medios necesarios para terminar el producto por sí mismo (Burda, 2019; LuxRobo, 2019; Meccano, 2019). Hay casos en los que el prosumer puede seguir un ejemplo para construir su propio producto y, además, agregar una contribución creativa en el diseño, fabricación o personalización del mismo (Instructables, 2019; Spreadshirt, 2019). Finalmente, algunos de los casos estudiados también tienen plataformas donde ofrecen capacitación gratuita para que el prosumer aprenda tareas como costura, soldadura, diseño e impresión 3D, CNC y moldeo de resinas, entre otros (Burda, 2019; Desygner, 2019; Instructables, 2019; LuxRobo, 2019; Meccano, 2019).

Caso	Contribución	Fase (resultados)	Herramienta digital
Meccano (Meccano, 2019)	ND	C + P (Diseño)	OP + T + instrucc.
Burda (Burda, 2019)	RD + C	DS + P (Fabricación)	OP + T + instrucc.
MODI (LuxRobo, 2019)	RD + C	C + DS (Diseño)	OP + T + instrucc.
Spreadshirt (Spreadshirt, 2019)	ND + SC	C + P (Diseño)	OP + DS
Instructables(Instructables, 2019)	C + RD	C + DS (Diseño + Fab.)	OP + catálogo + intercambio de ideas
Desygner (Desygner, 2019)	ND + SC	C + P (Diseño)	DS + herramientas online + plantillas
BeoCafe (Marc Scimè, 2019)	ND	C (Diseño Conceptual)	3D Software + diseño + renderizado
Slow photo (Yanko Design, 2019b)	ND	C + DS (Diseño + Fab.)	DS + herramienta de prototipado

Tabla 11. Características de los casos individuales con libertad de participación.

La segunda tabla (Tabla 12) muestra casos individuales con un nivel de participación restringida. Entre las herramientas existentes para que un usuario participe en el diseño de un producto, la más utilizada es la personalización masiva, que permite configurar un producto mediante la elección de las opciones sugeridas por la empresa. Es ampliamente utilizado en el sector del transporte (3D Helmets, 2019; MINI, 2019), pero también está presente en sectores como el deporte y el textil (Converse, 2019; Nike, 2019; Pro Model Deck, 2019).

Caso	Contribución	Fase (resultados)	Herramienta digital
Helmets 3D (3D Helmets, 2019)	SC	P (Diseño)	OP + DS
MINI (MINI, 2019)	SC	P (Diseño)	OP + DS
NikeID (Nike, 2019)	SC	C + P (Diseño)	OP + DS
Converse (Converse, 2019)	SC	C + P (Diseño)	OP + DS
Pro Model Deck (Pro Model Deck, 2019)	SC	P (Diseño)	OP + DS
MakerCase (MakerCase, 2019)	SC	D (Fase detalle)	MakerCase
Ordermade WholeGarment (Peterson, Larsson, Mujanovic, & Mattila, 2011)	SC	P (No diseño)	Herramienta de software de Co-diseño

Tabla 12. Características de los casos individuales con una participación restringida.

La tercera tabla (Tabla 13) muestra los casos colectivos con libertad de participación. Las herramientas digitales, como las plataformas y los foros online, generan una red colaborativa común donde los prosumers pueden co-crear y compartir resultados (Braineet, 2019; Dürschmid, Söchting, & Trapp, 2015; Ikea Hackers, 2019). Además, el fenómeno de la impresión 3D ha desbordado el campo de la industria y se ha establecido en otros niveles (Val Fiel, 2016). Esto, junto con el Open Access, ha permitido a los prosumers compartir sus creaciones en bibliotecas de archivos a las que cualquier usuario tiene acceso para cargar sus modelos y modificar otros, dando lugar a modelos creados por varios usuarios (DIY 3D Printing, 2019).

Caso	Contribución	Fase (resultados)	Herramienta digital
Ikea Hackers (Ikea Hackers, 2019)	ND + RD	C (Diseño conceptual)	OP + catálogo + intercambio de ideas
ProsumerFX (Dürschmid et al., 2015)	ND	C (Diseño conceptual)	DS para el procesamiento de imágenes
Braineet (Braineet, 2019)	ND	C (Diseño conceptual)	OP + App
ReViste (ReViste, 2019)	RD	C + P (Diseño)	No es una herramienta digital (física)
Github (GitHub, 2019)	ND + RD	C (Diseño conceptual)	OS + CAD + repositorio de modelos 3D
3D PrinterOS (3D Printer OS, 2019)	ND	C + DS (Diseño + Fab.)	Cloud + OS + Impresora 3D remota
Robotix (Robotix, 2019)	ND + RD + C	C + DS (Diseño)	OP + T + Intercambio de ideas
Scratch (Scratch, 2019)	ND	C (Diseño)	OP + Software
Maker Shed (Maker Shed, 2019)	ND + RD + C	C + DS (Diseño)	OP + T + Hardware
Vectary (Vectary, 2019)	ND	C + P (Diseño)	3D software + foro + co-diseño
OnShape (OnShape, 2019)	ND	C + DS (Diseño)	Centro de aprendizaje + Cloud + librería

Tabla 13. Características de los casos colectivos con libertad de participación.

Finalmente, la Tabla 14 presenta los casos colectivos cuya participación en el producto está restringida. En estos casos, la participación del usuario solo tiene relevancia como un número, dando lugar a tres tipos de participaciones. La primera, en la que los usuarios toman decisiones de diseño colectivamente mediante votaciones, encuestas o testeos, donde valoran los productos o servicios para aplicar innovaciones o mejoras. De esta forma, a través de la elección de características, los usuarios pueden tomar decisiones de diseño colectivas sobre el resultado final del producto (Hostelvendin, 2019; La Marque du Consommateur, 2019; Manchester City FC, 2019). En segundo lugar, los usuarios participan mediante sistemas de votación o crowdfunding para decidir si un producto ya diseñado por la empresa o por otro usuario finalmente saldrá al mercado o no (LEGO, 2018; MADE, 2019). Y tercero, existen plataformas de productos y servicios que presentan nuevos contenidos que se ajustan a la selección múltiple de opciones realizadas por sus espectadores (Amazon, 2019a; Netflix, 2019). En los tres casos, una participación que en principio es individual, termina convirtiéndose en un resultado colectivo.

Caso	Contribución	Fase (resultados)	Herramienta digital
Lay's (Hostelvendin, 2019)	ND + SC	Mercado (Fab. + comercialización)	OP + VS + redes sociales
La Marque du Consommateur (La Marque du Consommateur, 2019)	ND + SC	DS (No diseño)	OP + VS + cuestionario
Manchester City FC (Manchester City FC, 2019)	SC (ND + RD)	C + P (Diseño)	OP + VS + encuesta
Lego Ideas (LEGO, 2018)	ND + SC	Mercado (Fab. + comercialización)	OP + VS
MADE (MADE, 2019)	ND + SC	Mercado (Fab. + comercialización)	Cloud + crowdfunding + OP
Netflix (Netflix, 2019)	C + SC	P (No diseño)	Algoritmo de procesamiento de datos
Amazon (Amazon, 2019a)	C + SC	P (No diseño)	Algoritmo de procesamiento de datos

Tabla 14. Características de los casos colectivos con una participación restringida.

La evolución del usuario prosumer

La idea original de Toffler sobre el prosumer (Toffler, 1980) ha derivado en dos caminos alternativos. El primero, conocido como “*mass customization*” consiste en alcanzar un alto grado de personalización en el que los consumidores deben tomar parte en el proceso de producción especificando los requisitos de diseño. De esta manera, el consumidor no participa en la fabricación, sino que se limita a personalizar el producto a través de un filtro de opciones que afecta el diseño final.

Encontramos ejemplos de ello en los sectores de automoción, mobiliario, material deportivo o servicios de impresión, entre otros. La segunda alternativa es hacer que el prosumer participe en la cadena de transformación del producto, ya sea en la fase creativa del diseño, en la producción de algunas de las partes o en las fases finales, como el ensamblaje o la instalación. Es necesario definir estas dos alternativas, ya que hay muchos sectores que han utilizado el término confundiendo con *personalización masiva*, *personalización en el punto de venta* o *personalización online*.

El término *autoconsumo*, que está estrechamente relacionado con el *prosumer*, consiste en producir o gestionar los recursos que el mismo consumidor disfruta. Los ejemplos más conocidos están asociados con la producción de alimentos, energía, agua o vestuario. Los consumidores pueden ser individuos particulares, colectivos, empresas o entidades públicas. De esta manera, en la escala de libertad, encontraríamos el *autoconsumo* en el rango más alto y la *personalización masiva* en el más bajo. El prosumer ideal y que encajaría con la definición original de Toffler (Toffler, 1980) sería el que se encuentra entre estos dos extremos. Es decir, ese prosumer que puede actuar con libertad sobre el producto, pero que tiene cierta interdependencia de un tercero que proporciona la base sobre la cual actuar. Dos buenos ejemplos clasificados que cumplen estas características son MODI (LuxRobo, 2019) y 3D Printer OS (3D Printer OS, 2019).

La importancia de las herramientas digitales en la era actual para consolidar la presencia de la tendencia del prosumer es indiscutible. Estas herramientas permiten al usuario participar no solo en las fases de diseño, sino también en la fabricación y personalización. Sin embargo, también debemos resaltar la importancia de las herramientas físicas como Fab Labs (Mikhak et al., 2002) o impresoras 3D (Val Fiel, 2016). Estas herramientas físicas son las que complementan el trabajo de las herramientas digitales y trabajan en armonía con ellas para hacer posible la materialización final del producto.

Herramientas según las necesidades del usuario

La clasificación realizada muestra una clara dependencia de cada cuadrante con el tipo de herramienta utilizada. El caso más notable es cuando la participación del prosumer está restringida, ya que la contribución del usuario solo se realiza mediante la selección y el filtrado de opciones por medio de una plataforma en línea para afectar a la fase de presentación del producto. Ese no es el caso de la participación libre, que permite al usuario aportar nuevas ideas que afectan a la fase conceptual del producto a través de herramientas digitales como software 3D, tutoriales, instrucciones y aplicaciones online, entre otras herramientas.

La diferencia entre un producto físico (*hardware*) y otro basado en *software* no está solo en su tangibilidad, sino también en la forma en que el usuario puede participar en su diseño, transformación o fabricación. Ambos tipos de productos pueden compartir herramientas digitales como plataformas en línea, software de diseño o código abierto. Sin embargo, existen herramientas que solo pueden vincularse a productos físicos debido a su naturaleza tangible y su necesidad de fabricación posterior, como la personalización masiva, la impresión 3D o las herramientas físicas.

Por otra parte, si hay algo que caracteriza los casos colectivos, es el uso de herramientas como las plataformas en línea, los repositorios de archivos, las nubes, las bibliotecas en línea y los foros. Estas herramientas de código abierto facilitan la comunicación entre los usuarios para permitir el intercambio de ideas, la creación de desafíos y la realización de proyectos colaborativos a distancia. Por ello, podemos afirmar que la presencia y el desarrollo de la Web 2.0 ha influido en el prosumer actual, en el que también existe una tendencia cada vez mayor al control remoto del hardware, como se ha visto en algunos casos concretos con la impresión 3D a distancia (3D Printer OS, 2019).

Sin embargo, a pesar de la gran cantidad de herramientas disponibles, existen pocos casos documentados, especialmente con respecto al prosumer ideal previamente definido. Esto está relacionado con el hecho de que el prosumer es un grupo pequeño muy específico, que hace ferias (Maker Faire, 2019) y crea ecosistemas y comunidades de trabajo (Thingiverse, 2019) solo entre ellos. Esto tiene un bajo impacto cultural en la sociedad a pesar de la gran cantidad de herramientas disponibles, lo que significa que los proyectos resultantes a menudo no se muestran a otros usuarios, que incluso podrían convertirse en usuarios potenciales.

PROSUMER AND PRODUCT DESIGN THROUGH DIGITAL TOOLS

L. Asión-Suñer*, I. López-Forniés
 Dpto. Ingeniería de Diseño y Fabricación, C/ María de Luna s/n, Zaragoza 50018, Spain
 *Tel.: +34-665-225-201; fax: None; E-mail address: lauraasion@gmail.com

Keywords: Prosumer, Product Design, Digital Tools, Creative Process.

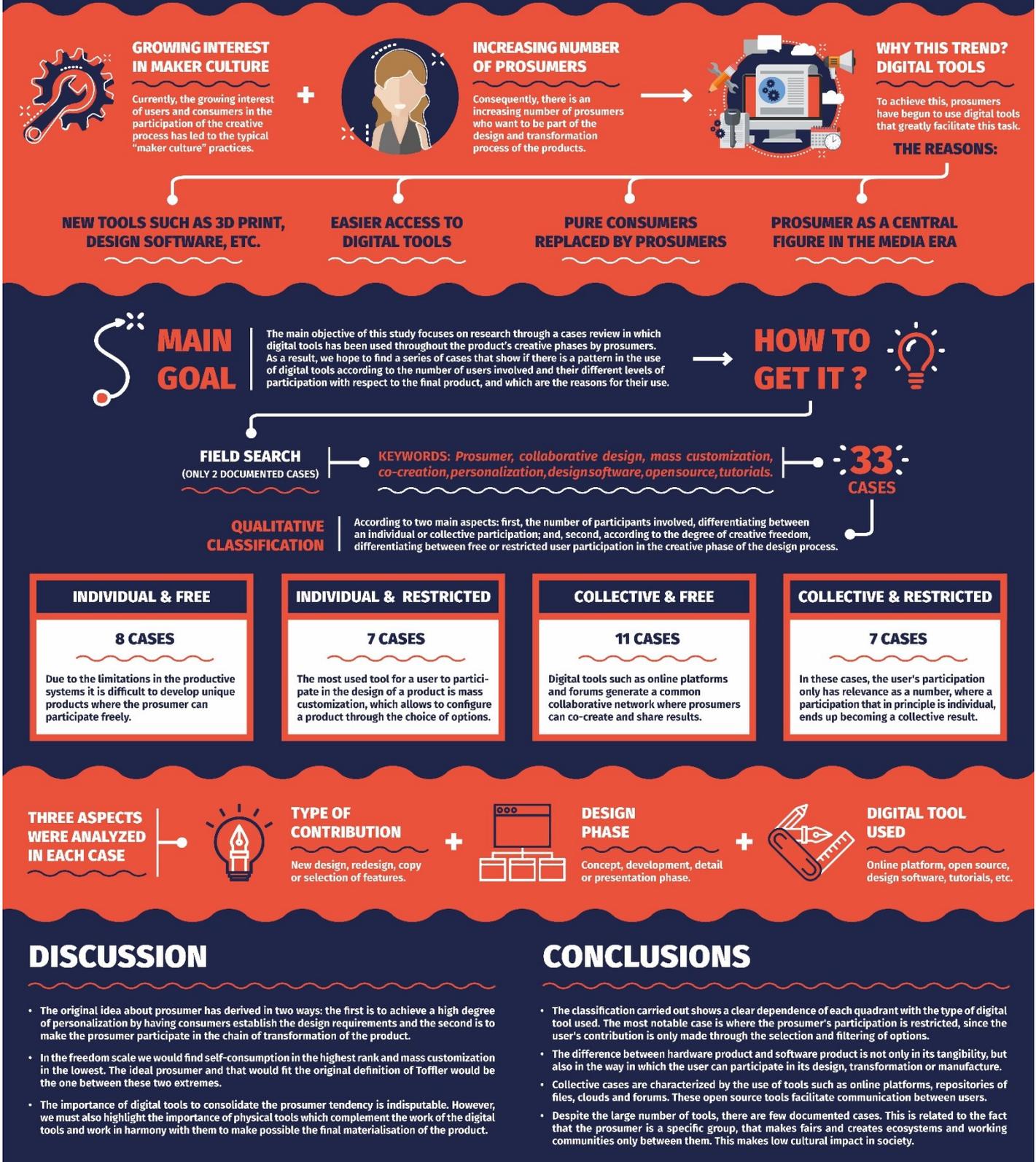


Figura 15. Infografía de las herramientas para prosumer. Póster para el 29 congreso Ingeggraf (Logroño, 2019).

Métodos de diseño y fabricación para prosumers

El diseño de producto es un proceso desarrollado por perfiles especializados como diseñadores o ingenieros. Por este motivo, la mayoría de métodos de diseño y/o fabricación desarrollados están dirigidos a profesionales experimentados. No obstante, en el contexto actual, observamos que cada vez es mayor el número de usuarios que intervienen en las fases de diseño, fabricación o montaje del producto para obtener resultados que respondan a necesidades y deseos específicos. Esta emergente corriente, muy relacionada con la cultura *maker* sin llegar a ser lo mismo, ha hecho que cada vez más usuarios decidan diseñar o fabricar sus propios productos. Sin embargo, su intervención no se restringe únicamente a las fases previas del ciclo de vida útil del producto. Un ejemplo son los usuarios *hacker*, quienes también realizan modificaciones para hacerlos crecer y obtener nuevas funcionalidades que antes no poseían (Knott, 2013). Por este motivo, el número de herramientas tanto físicas como digitales destinadas a este fin ha incrementado exponencialmente en los últimos años (Ertekin, Husanu, Chiou, & Konstantinos, 2014; Jeong, Kim, Cho, & Nam, 2019), haciendo que muchos usuarios las utilicen con frecuencia de forma inconsciente. Estas herramientas no están destinadas únicamente a un uso individual, pues también podemos encontrar herramientas como la cooperación basada en el consumidor, el *crowdsourcing* y la co-creación de valor (Rusko, 2013).

Sin embargo, a pesar de la cantidad de herramientas disponibles, existe una carencia en la definición de metodologías de diseño y fabricación enfocadas a usuarios *prosumer* o *maker*. Si bien existen métodos de co-diseño que incluyen la participación de expertos y usuarios finales, su aplicación se realiza únicamente en las fases de diseño y desarrollo del producto y no se adaptan a cada usuario en particular, sino que tienen en cuenta la opinión global para implementar mejoras. Ante esto, nos preguntamos si existen metodologías dirigidas a estos usuarios en particular, tanto en el ámbito académico como en el práctico. Además, se ha detectado que en la aplicación real existen una serie de prácticas consolidadas, como la impresión 3D o el uso de tutoriales y plataformas online, que son utilizadas con frecuencia por los *prosumers* para intervenir a diferentes niveles en el diseño o fabricación de sus productos (Anzalone, Wijnen, & Pearce, 2015). Por estos motivos, este apartado pretende clarificar qué métodos de diseño y fabricación enfocados específicamente a los *prosumers* existen en la actualidad.

Como se puede observar más adelante, los resultados obtenidos diferencian entre las metodologías que han sido definidas en el ámbito académico y aquellas cuyo uso reiterado ha consensuado su aplicación en la práctica. Las metodologías identificadas han sido analizadas en dos tablas que muestran de forma sintetizada cómo se aplican y cuál es su objetivo principal. De este modo, los resultados y conclusiones de esta búsqueda ofrecen una serie de métodos de diseño y fabricación de producto enfocados a perfiles no especializados.

Proceso de búsqueda

El objetivo principal de este apartado es recopilar y analizar los métodos de diseño y fabricación de producto enfocados a usuarios prosumer que se han desarrollado hasta el momento. Para lograrlo, la búsqueda se divide en dos partes: un análisis bibliográfico y un estudio de campo. El análisis bibliográfico muestra trabajos publicados en el ámbito académico que tratan directamente con este tipo de métodos, mientras que el estudio de campo se basa en una serie de casos reales que prueban la existencia de métodos consolidados que son utilizados con frecuencia por los prosumers a pesar de no haber sido tratados previamente en el ámbito académico.

Para realizar el análisis bibliográfico, se llevó a cabo una búsqueda en diversas bases de datos (Web of Science, Scopus, Wiley Online Library, Science Direct) combinando dos palabras clave: la primera, relacionada con el usuario prosumer (*end user, co-design, maker, lead user, design manufacturer*); y, la segunda, en referencia al método de diseño o fabricación (*method, methodology, tool, guideline + product design, manufacturing*). Debido a las diferentes definiciones de prosumer, ha sido necesario sesgar la búsqueda para poder encontrar las metodologías que encajaran con nuestra definición. Así pues, se han descartado los resultados relacionados con *consumidores profesionales* que utilizan las redes para compartir valoraciones, y los resultados sobre *autoconsumo*, especialmente en relación con la producción de energía eléctrica. Ambas definiciones cuentan con numerosos resultados académicos, lo que entorpecía la búsqueda. También se descartaron los métodos que no estuvieran dirigidos a prosumers, incluidos los que estaban enfocados únicamente a perfiles especializados (como diseñadores) o a procesos de co-creación donde los usuarios que intervienen no son los que finalmente consumen el producto o servicio creado.

Por otro lado, la presente búsqueda se basa en un trabajo previo realizado dentro de esta línea de investigación que recopila casos reales de usuarios prosumer (Asión-Suñer & López-Forniés, 2020). Este estudio muestra varios casos reales en campos industriales como el mobiliario, textil y electrónico, donde se detecta que podemos definir métodos basados en el uso de herramientas y procesos comunes entre todos.

Los resultados finales han sido sintetizados y comparados en tablas, incluyendo una breve descripción de cada método, así como su objetivo y datos principales. Se han identificado un total de 15 métodos: 9 correspondientes a la búsqueda bibliográfica y 6 al análisis de casos. Finalmente, este trabajo ofrece una serie de conclusiones sobre los métodos actuales de diseño y fabricación para el prosumer, incluyendo los que han sido utilizados reiteradamente en el ámbito práctico y los que se han definido en el académico. Estos resultados ofrecen la oportunidad a cualquier nuevo prosumer o maker de contar con la información suficiente para unirse a esta corriente.

Metodologías y casos reales

Los resultados se han dividido en dos partes: *Metodologías* y *Casos reales*. La información básica necesaria para comprender cada metodología por separado se ha incluido en la Tabla 15 (análisis bibliográfico) y en la Tabla 16 (casos reales). En el estudio de campo encontramos diversos ejemplos para cada metodología. No obstante, se ha citado únicamente un caso representativo en cada una con la finalidad de que sirva como ejemplo de aplicación para facilitar su comprensión. Para facilitar la visualización y comparación de metodologías académicas, éstas son agrupadas y resumidas en una misma tabla que muestra el nombre de cada metodología, el autor y año de creación, una breve descripción y cuál es su objetivo principal: diseño de producto (PD), fabricación (M) o montaje (A).

Nombre	Autor y año	Descripción	Objetivo
Method to work with end users to create personalized products by CAD modelling	(Campbell & Bernabei, 2017)	Aumentar el apego del producto a través del diseño personalizado de productos fabricados aditivamente	PD + M
Lead-User Method	(Franke, Von Hippel, & Schreier, 2006)	Mejora de Lead-User Theory para explotar el valor de las innovaciones de los usuarios	PD + M
User-centered translation method	(Gardan, 2017)	Incluye al usuario en el proceso de diseño basándose en su percepción del producto	PD
Guidelines for Finding Lead User Like Behavior for Latent Need Discovery	(Hölttä-Otto & Raviselvam, 2016)	Encontrar Lead-Users para expresar necesidades latentes que no se encuentran en usuarios habituales	PD
Mixed reality tool for end-users participation in early design tasks	(Maurya, Arai, Moriya, Arrighi, & Mougnot, 2019)	Permite a los usuarios finales sumergirse en un entorno virtual, interactuar con un prototipo virtual y modificarlo	PD
New Service Development Method for Prosumer Environments	(Alcarria, R., Robles, T., Dominques, A. M., Conzales-Miranda, 2012)	Proporcionar herramientas de creación para ser utilizadas por los prosumers en el desarrollo de servicios finales	PD (Service Design)
Method to optimize assemblability of industrial product in early design phase	(Favi & Germani, 2012)	Crear productos adaptables y personalizables mejorando el ensamblaje manual a través del diseño modular	PD + A
Using elderly as lead users for universal engineering design	(Raviselvam, Noonan, & Hölttä-Otto, 2014)	La idea principal es que los adultos pueden articular más necesidades en comparación con la población general	PD + M
Design Evaluation and Assessment System	(Morita, 2007)	Permite a los makers (diseñadores, técnicos), proveedores y usuarios finales evaluar los productos	PD

Tabla 15. Métodos académicos de diseño y fabricación para el prosumer.

En la siguiente tabla, se citan una serie de metodologías basadas en el estudio y análisis de casos reales. Cada metodología está basada principalmente en el uso de una herramienta, digital o física, que permite a los usuarios intervenir en la fase de diseño o fabricación de los productos que posteriormente consumen.

Nombre	Caso	Descripción	Objetivo
Plataforma online para intercambiar ideas	(Ikea Hackers, 2019)	Los usuarios aportan nuevas ideas y modificaciones sobre diseños que luego comparten y fabrican	PD + M
Software de diseño 3D y CAD	(Vectary, 2019)	Permite visualizar y materializar un diseño mediante el uso de herramientas como el modelado 3D	PD + M
Tutoriales e instrucciones	(Instructables, 2019)	Son pasos para copiar, fabricar y montar el producto, aunque el usuario también puede influir en su diseño incluyendo modificaciones	M + A
Co-diseño y recursos de código abierto	(Peterson et al., 2011)	Herramientas de acceso libre compartir archivos sobre los que pueden intervenir otros usuarios (co-diseño)	PD
Sistema de votación y crowdfunding	(LEGO, 2018)	Participaciones colectivas para tomar decisiones de diseño o mercado sobre un producto antes de su fabricación y comercialización	PD
Observación, análisis, prueba y error	(Maker Faire, 2019)	Método extendido en la cultura maker basado en observar y analizar un producto, para modificarlo mediante prueba y error	PD + M + A

Tabla 16. Métodos de diseño y fabricación para prosumer basados en casos reales.

Potencial desarrollo de métodos para prosumer

El análisis bibliográfico muestra nueve métodos enfocados al prosumer con diferentes objetivos: incrementar el apego al producto, explotar el valor de las innovaciones de los usuarios, tener en cuenta la percepción del usuario, descubrir necesidades latentes, mejorar el prototipo, evaluar el producto y crear resultados adaptables y personalizables. La mayoría busca la mejora del producto para obtener una mayor aceptación final en el mercado y solo dos de ellos tienen en cuenta los intereses reales del prosumer: la búsqueda de necesidades latentes y la creación de productos adaptables y personalizables. Además, los nueve métodos se centran en el diseño de productos y solo cuatro de ellos también se centran en la fabricación (3) y el montaje (1).

Las metodologías identificadas a través del análisis de casos se basan en herramientas porque los prosumers y makers no reconocen utilizar ningún método en concreto. No obstante, sí está muy consensuado el uso de herramientas entre ellos (Fischer, 1998). Es tal la generalización de su uso que se pueden definir claramente

seis metodologías: intercambio de ideas en plataformas online; software de diseño 3D y CAD; tutoriales e instrucciones; co-diseño y recursos de código abierto; sistemas de votación y financiación colectiva; y, finalmente, el proceso basado en la observación, el análisis, la prueba y error. Por otra parte, las metodologías descritas en los artículos académicos todavía no se han extendido lo suficiente en la práctica. No obstante, su evolución y desarrollo pone en evidencia el creciente interés académico sobre los usuarios prosumer y su intervención sobre el diseño y la fabricación del producto.

En cuanto al objetivo principal de los métodos analizados, podemos observar que la mayoría están enfocados al diseño de producto (14/15) y la mitad de ellos a su fabricación (7/15), mientras sólo 3 se centran en el ensamblaje. Esto se debe a la extendida presencia de las herramientas digitales ante las físicas, hecho que se puede comprobar en los métodos analizados de la Tabla 16. Además, a pesar de que en la mayoría de casos los prosumers son capaces de intervenir en la fase de diseño del producto, sólo en la mitad se ocupan también de su fabricación, puesto que en el resto de casos es un tercero quien se ocupa de ello.

Sobre las diferencias entre los métodos académicos y los casos reales, encontramos que los objetivos de los métodos académicos no tienen en cuenta los intereses reales de los prosumers, quienes buscan productos únicos elaborados por ellos mismos que respondan a sus deseos y necesidades, como se ha identificado en el estudio de campo. Además, los métodos académicos solo se centran en el diseño de productos, mientras que el estudio de casos muestra que los usuarios también buscan involucrarse en el ensamblaje y la fabricación. Esto evidencia que lo que quiere el usuario (estudio de campo) no es lo mismo que lo que se le ofrece (análisis bibliográfico), dando lugar a un nicho en este campo de investigación.

Ante la necesidad de incluir a los prosumers en el proceso de creación de sus propios productos, centrándose en sus verdaderos intereses y teniendo en cuenta no solo el diseño, sino también el montaje y la fabricación, finalmente se identifican dos potenciales líneas de investigación futura. En primer lugar, el desarrollo de un método dirigido específicamente a nuevos usuarios no especializados, prosumer o maker, que no estén todavía familiarizados con la práctica. Y, en segundo lugar, una evolución metodológica que incluya nuevas herramientas de diseño que puedan enriquecer y facilitar la intervención del usuario como, por ejemplo, el diseño modular.

Organizaciones prosumer

Para tener un conocimiento real de cómo es el prosumer en la actualidad, es necesario investigar cómo es su entorno: qué espacios están destinados al desarrollo de la actividad maker, qué organizaciones han sido creadas fruto de esta corriente,

qué objetivos persiguen y qué eventos frecuentan, entre otras cuestiones. Este análisis es imprescindible como paso previo al estudio de campo pues, antes de proceder a realizar entrevistas y encuestas, necesitamos saber cuál es la situación actual y las tendencias de este sector, no sólo de forma interna como una corriente aislada, sino también dentro de la sociedad.

El estudio comienza con una breve búsqueda de organizaciones y espacios tanto en el ámbito local como en el nacional e internacional. El objetivo es conocer su magnitud y diversidad de modo que podamos saber si es una tendencia en auge que está evolucionando y a la que cada vez se une más gente o, por el contrario, se trata de un colectivo muy particular con un número limitado de participantes. Por otra parte, también se han analizado cuáles son los objetivos sociales de dichas organizaciones y de los usuarios que las integran, con el objetivo de conocer su nivel de compromiso con la sociedad en diferentes ámbitos, como el de la educación o el de la salud. Este análisis es de total relevancia, pues los resultados nos ayudarán a hacer una buena planificación del estudio de campo que nos permitirá conocer cuál es la forma más óptima de integrar el diseño modular en la creación de productos para prosumer.

Búsqueda de organizaciones

La búsqueda comienza en el entorno local (Zaragoza) con el objetivo de conocer las organizaciones y espacios más cercanos, pues estos serán los que puedan llegar a ser un campo de pruebas en las fases finales del desarrollo de esta tesis. Para ello, se procedió a hacer una búsqueda de palabras clave en internet. Una vez obtenidos los primeros resultados, cada organización encontrada fue analizada para conocer su relación con otras organizaciones, espacios y eventos. Así pues, se analizaron sus páginas webs, donde se encontraron una serie de espacios, tanto públicos como privados, en los que estas organizaciones desarrollan su actividad. Esto permitió ampliar notablemente la red de resultados que componen la cultura maker local. Por otra parte, dada la importancia que empieza a tomar la transmisión de conocimientos en este ámbito, también se hizo un estudio de campo en las Redes Sociales de las organizaciones encontradas. Esto nos permitió ampliar todavía más la red de resultados. Sin embargo, esta vez los resultados iban más lejos del ámbito local. Se encontró que eran bastante comunes las relaciones entre organizaciones nacionales y que estas, a su vez, se basaban en la observación de otras organizaciones internacionales.

A continuación, se siguió la misma metodología para encontrar otras organizaciones nacionales y mundiales, por lo que finalmente se obtuvo una larga lista de organizaciones que centran su actividad en la cultura maker y el usuario prosumer. Esta lista era realmente extensa, pues existen organizaciones a muchas escalas en todo el mundo, por lo que se decidió hacer una selección y citar sólo una serie de ejemplos

relevantes para este estudio. En primer lugar, se decidió conservar todas las organizaciones locales encontradas por no ser muy numerosas y por la posibilidad de establecer una relación con ellas para el desarrollo de esta investigación. Por otra parte, en el caso de organizaciones nacionales y mundiales sí se realizó una selección basada en la repercusión, prestigio y cantidad de seguidores de cada una.

Finalmente, con la lista reducida que contiene las organizaciones y espacios de mayor interés para la investigación, toda la información encontrada fue organizada y clasificada para realizar un breve análisis de cada entidad. Esta clasificación divide los resultados encontrados en cuatro grupos principales: asociaciones (donde se diferencia entre local, nacional y mundial), sector privado, espacios y eventos. Para cada grupo, los resultados son analizados en forma de tabla donde se sintetiza toda la información básica de cada caso.

Fruto de la expansión de la cultura maker, cada vez surgen más asociaciones, espacios y eventos que deciden centrar su actividad en este ámbito. Por ello, la lista de asociaciones y organizaciones a lo largo del mundo es interminable. No obstante, a continuación, se presentan tres categorías de asociaciones de prosumers sin ánimo de lucro. En primer lugar, se citan todas las organizaciones *locales* (Tabla 17) encontradas, pues no es un número muy extenso y son de gran interés por su cercanía. Por otra parte, se analizan también algunos ejemplos de asociaciones *nacionales* (Tabla 18) y *mundiales* (Tabla 19) que se han considerado de interés. De este modo, cada categoría será representada a través de una tabla donde se analizará cada asociación y se proporcionará información básica como su ubicación, objetivo principal, ámbito en el que se centra y tecnología que más utiliza.

Nombre	Ubicación	Objetivo	Ámbito	Tecnología
Zaragoza MakerSpace	Zaragoza Centro	Ofrecer una plataforma abierta de consulta en tecnología	Informática y programación	Arduino e impresión 3D
Makeroni Labs	La Madalena	Desarrollar proyectos creativos mediante nuevas tecnologías	Robótica y educación	Arduino e impresión 3D
Factoría Maker	Etopia	Divulgación tecnológica a través de talleres	Fabricación colaborativa	Impresión 3D

Tabla 17. Asociaciones prosumer en el ámbito local (Zaragoza).

Únicamente se han encontrado tres asociaciones maker en Zaragoza, aunque sí existen numerosos espacios en la localidad que serán citados más adelante. Estas asociaciones se centran en la transmisión de conocimientos tecnológicos a través del desarrollo de eventos y talleres. Los ámbitos en los que más se centran son la robótica y la programación, siendo esta última llevada a cabo por la herramienta *Arduino* por su fácil comprensión y manejo. Encontramos que estas asociaciones se centran en el aspecto maker más técnico, teniendo poca relación con el diseño de producto y más con las tecnologías informáticas.

Nombre	Ubicación	Objetivo	Ámbito	Tecnología
La hora maker	Madrid	Responder a preguntas de temas maker a través de un podcast	Fabricación digital	Audiovisual
MH Maker Help	Burgos	Fabricación gratuita y personalizada de prótesis y ortesis para niños	Bioingeniería	Impresión 3D
Maker Society	Sevilla	Eliminar barreras económicas, de espacio y de conocimiento alrededor de la creación digital	Diseño de producto	Variada (3D, Arduino, LED, materiales...)
Makers Asturias	Gijón	Difundir el mundo STEM entre los jóvenes y fomentar el acceso a la tecnología	Robótica y electrónica	Arduino, IOT, impresión 3D
UC3 Music	Madrid	Compartir conocimientos y crear proyectos DIY que unan electrónica y música	Musical	Electrónica y Arduino

Tabla 18. Asociaciones prosumer en el ámbito nacional (España).

A nivel nacional, encontramos que los ámbitos en los que se centran las asociaciones maker son más variados, pasando por la bioingeniería, la música y el diseño de producto. Además, se puede establecer una relación muy estrecha entre todas las asociaciones, tanto nacionales como locales, en su objetivo a cumplir: la divulgación de conocimiento tecnológico y la creación de proyectos creativos. En cuanto a las tecnologías usadas, las más populares son Arduino y la Impresión 3D.

Nombre	Ubicación	Objetivo	Ámbito	Tecnología
NYC Resistor	Nueva York	Compartir conocimientos y crear proyectos reivindicativos a través de la cultura maker	Diseño de producto	Variada (electrónica, impresión 3D...)
Women in 3D Printing	Mundial	Cerrar la brecha de género en la fabricación aditiva.	Fabricación aditiva	Impresión 3D
Maker Tour	Mundial	Comunidad DIY que organiza talleres y crea proyectos a nivel mundial para cualquier usuario	Diseño y desarrollo de producto	Variada (3D, Arduino, láser...)
Maker Space Norway	Noruega	Dar acceso a herramientas y equipos donde desarrollar prototipos y nuevos proyectos	Diseño y desarrollo de producto	Variada (impresión 3D, CNC, láser...)
WeMake	Milán	Formación en herramientas y diseño e innovación de producto	Diseño de producto	Variada (3D, CNC, láser...)
Hacedores	México	Comunidad maker que proporciona inspiración, información y herramientas	Diseño y desarrollo de producto	Variada (Arduino, 3D, drones...)

Tabla 19. Asociaciones prosumer de otros países con presencia internacional.

En cuanto a los ejemplos citados de asociaciones mundiales, encontramos que muchas de ellas se centran en el diseño de producto. Por este motivo, ofrecen a los usuarios múltiples tecnologías que les permitan llevar a cabo todas las fases de diseño y desarrollo de nuevos productos. Entre estas tecnologías encontramos la impresión 3D, el corte láser y el uso de herramientas electrónicas como Arduino, aunque también poseen herramientas menos usuales como máquinas de coser.

Además de las organizaciones y asociaciones sin ánimo de lucro citadas anteriormente, también encontramos en el sector privado empresas que centran su actividad en el entorno maker. En la Tabla 20 se enumeran una serie de ejemplos internacionales cuya actividad económica se enmarca dentro del mundo maker.

Nombre	Ubicación	Objetivo	Ámbito	Tecnología
Maker's Movement	Phoenix (Arizona)	Compartir conocimientos y crear proyectos reivindicativos	Diseño de producto	Impresión 2D y 3D, preformas
Makers Village	Kochi (India)	Incubadora de startups para crear y diseñar productos	Diseño de producto	Variado (CNC, 3D, electrónica)
SOKO Tech	Barcelona (España)	Proyectos de innovación social digital en diversos campos	Electrónica y diseño	Variado (3D, CNC, Arduino...)
Tangencial	Barcelona	Fabricación Digital y Cultura Maker	DIY	Electrónica y 3D
Thingiverse	Mundial	Compartir archivos de diseño digital creados por el usuario	Impresión 3D	Modelado por ordenador 3D
Makezine	EEUU	Revista centrada en proyectos y eventos DIY y DIWO	Diseño de producto	Variada (3D, robótica...)

Tabla 20. Empresas internacionales que centran su actividad en el entorno maker.

También encontramos múltiples espacios destinados a los prosumers. A veces no está clara la diferencia entre organización y espacio, pues muchas organizaciones tienen talleres y muchos espacios tienen sus propios blogs y cursos. En este análisis en concreto, se ha establecido su diferencia de acuerdo al objetivo principal de cada uno. De este modo, se ha considerado que una organización es la que se basa en la creación de nuevos proyectos y en hacer talleres en otros lugares a pesar de contar con su propia sede. Por otro lado, se ha considerado que un espacio es un sitio al que puede acceder cualquier usuario o asociación y que no corresponde a una única organización. Dichos espacios van desde *Fab Labs*, talleres estandarizados de fabricación digital, hasta *Workshops*, cuya organización es libre y gestionada por cada taller. En el primer caso, existe incluso una red internacional de *Fab Labs* con una fuerte vinculación a los usuarios y la sociedad más que a la industria. A continuación, en la Tabla 21 se citan una serie de espacios y talleres maker ubicados en Zaragoza.

Nombre	Ubicación	Descripción	Ámbito	Tecnología
La Fabricadora	Harinera (Zaragoza)	Espacio abierto de fabricación digital y prototipado rápido	Diseño de producto	Variada
La Remolacha HackLAB	Azucarera (Zaragoza)	Laboratorio Hacker para realizar proyectos y experimentar	Diseño y aprendizaje	Variada
OpenLAB Etopia	Etopia (Zaragoza)	Espacio físico y digital de I+D+i de Código Abierto	Diseño y desarrollo	Variada
Laboratorios César	Etopia (Zaragoza)	Espacio con equipamiento para impulsar la ciencia ciudadana	Tecnológico y científico	Variada

Tabla 21. Espacios para el prosumer en el ámbito local (Zaragoza).

Observamos que la vinculación de estos espacios es más estrecha con la sociedad que con la industria, puesto que buscan generar un impacto social. En este punto debemos hacer también especial mención al proyecto zaragozano *Make It Special*, pues al no tratarse ni de una organización ni de un espacio no aparece en los ejemplos analizados. Este proyecto trata de acercar la cultura maker al ámbito de la educación y el cuidado de personas con necesidades especiales con el objetivo de que puedan diseñar y adaptar sus propios productos bajo la filosofía DIY.

En estos espacios destaca la presencia de ciertas herramientas como la impresión 3D o Arduino, que han democratizado el uso de la tecnología, haciéndola más próxima a perfiles no especializados. Además, su amplia aplicabilidad y su versatilidad han permitido que se integren en todo tipo de proyectos, pues el usuario puede adaptar estos recursos a sus deseos y necesidades. También observamos que la tecnología de la que disponen estos espacios es variada, y que el ámbito en el que se centran es el diseño y desarrollo de diferentes tipos de proyectos que van desde la robótica y la educación, hasta el diseño de producto.

En la siguiente tabla (Tabla 22) se enumeran algunos ejemplos de espacios tanto a nivel nacional (España) como mundial:

Nombre	Ubicación	Descripción	Ámbito	Tecnología
La Escuela Maker	Córdoba	Centro educativo de robótica y programación para niños	Robótica y educación	Electrónica
The Workshop Madrid	Madrid	Taller abierto con maquinarias y herramientas compartidas	Diseño de producto	Variada (3D, CNC...)
MakerLabs	Vancouver (Canadá)	Espacio maker que proporciona herramientas a los usuarios	Diseño de producto	Variada
Fab Lab Devon	UK	Laboratorio de fabricación digital y acceso abierto	Fabricación digital	Fabricación digital
Fab Lab Barcelona	Barcelona	Centro de producción, investigación y educación	Prototipado y educación	Variada (DAO)
Green Fab Lab	Barcelona	Centro de investigación autosuficiente con laboratorios	Investigación y académico	Fabricación digital
The Crucible	Oakland (EEUU)	Escuela de artes industriales sin fines de lucro	Educación y diseño	Variada
La Caja Makerspace	Salamanca	Espacio de colaboración para diseñar y construir aparatos	Diseño de producto	Variada (3D, electrónica...)
Bits & Books	Barcelona	Lugar de creación orientado a la educación STEAM	Educación y diseño	Fabricación digital
Makespace Madrid	Madrid	Espacio de fabricación digital, prototipado y diseño	Diseño de producto	Variada (3D, electrónica...)
Espacio Open	Bilbao	Acelerador de proyectos de carácter social	Diseño de producto	Variada
Red internacional de Fab Labs	Mundial	Red de talleres de fabricación digital con más de 1.750 laboratorios en todo el mundo	Fabricación digital	Fabricación digital

Tabla 22. Ejemplos de espacios dedicados al prosumer a nivel mundial.

Se puede concluir que los espacios maker se centran en tres ámbitos en concreto: el diseño de producto, la fabricación digital y la educación. Este hecho concuerda con la filosofía maker, centrada en transmitir conocimientos sobre tecnología al mismo tiempo que se diseñan y fabrican proyectos innovadores. Por ello, la tecnología de la que se suele disponer en estos espacios es variada, teniendo especial protagonismo las herramientas de fabricación digital y de prototipado.

Los espacios y organizaciones maker no son los únicos puntos de encuentro entre este tipo de usuarios. Existen una serie de eventos, tanto a nivel nacional como mundial, cuyo objetivo es dar visibilidad a esta corriente y brindar la oportunidad a los makers de compartir sus tecnologías y proyectos. En la siguiente tabla (Tabla 23) se muestran algunos ejemplos de eventos, ferias, quedadas y talleres que tienen una relación directa con el mundo maker. En ellos, se llevan a cabo charlas y se presentan proyectos relacionados con la artesanía, la ingeniería, la ciencia, la tecnología y el diseño, así como su aplicación al mundo DIY.

Nombre	Ubicación	Descripción	Ámbito	Tecnología
Maker Faire	Mundial	Evento creado por la revista <i>Make</i> para celebrar la artesanía, ingeniería, proyectos de ciencia y el DIY	Artesanía, ingeniería	Variada (3D, electrónica, CNC, láser...)
Women Techmakers	Mundial	Programa de Google que brinda visibilidad, comunidad y recursos para las mujeres en la tecnología	Tecnología	Las charlas tratan varias tecnologías
Maker Show	Zaragoza	Evento de impresión 3D, Arduino y mundo DIY realizado en Zaragoza	Diseño y electrónica	Variada (3D, electrónica...)
Hackatones	Mundial	Encuentros donde se lleva a cabo el diseño y desarrollo de un proyecto colaborativo en un límite de tiempo	Diseño y desarrollo	Variada

Tabla 23. Eventos dedicados al prosumer a nivel mundial.

Ciertos eventos, como *Maker Faire*, se han popularizado tanto que cada año tienen lugar en más ciudades y son más las personas que se apuntan a ellos. No sólo makers, sino también otros perfiles no especializados que sienten curiosidad por el mundo de la tecnología. Sólo en España, la *Maker Faire* se realiza a diferentes escalas en Barcelona, Bilbao, Madrid, La Coruña y León. Otros encuentros, como las hackatones, no tienen una vinculación única a una empresa u organización, siendo simplemente un tipo de encuentro aplicable a cualquier ámbito tecnológico.

Objetivos sociales

El contexto social es realmente importante en el estudio del usuario prosumer, pues su actividad no responde sólo a una afición sino también a una necesidad del consumidor actual. Los prosumers son considerados los usuarios del futuro y están realmente interesados por la transmisión de conocimientos entre generaciones de una forma bidireccional. Quieren aprender de los métodos artesanos y antiguas formas de fabricación para renovarlas al mismo tiempo que introducen la

tecnología a los más jóvenes. Están interesados en cambiar sus hábitos de consumo y su actividad responde en ocasiones a una protesta social por el consumo efímero de productos y los deshechos generados fruto de esta mala práctica. Como respuesta, van a contracorriente: reciclan, dan segundas vidas a los productos y juegan con las funcionalidades de otros (hackers). Es por esto que la actividad maker tiene un impacto social muy alto, lo que está produciendo que cada vez más personas estén interesadas en esta corriente por todos los beneficios que aporta en el diseño de productos. Como ejemplo de ello, la *World Maker Faire* de Nueva York (EEUU), uno de los eventos estrella del movimiento, ha crecido en tres años hasta llegar a los 500 makers y 55.000 asistentes en su última edición.

Esta conducta no sólo es aplicable en el ámbito individual con el objetivo de que los usuarios puedan responder a sus propios deseos y necesidades. Si nos centramos en la corriente maker, a menudo encontramos que sus proyectos están dirigidos a terceras personas. Estos proyectos pueden responder a dos objetivos concretos. En primer lugar, a cubrir las necesidades de un individuo o colectivo para el que los productos actuales del mercado no son totalmente funcionales y necesitan alguna adaptación o mejora, e incluso innovar para crear productos totalmente nuevos y adecuados a sus necesidades. Este es el caso del proyecto citado anteriormente *Make It Special*, que se centra en el diseño y desarrollo de productos para personas con necesidades especiales. En segundo lugar, encontramos que la actividad de un maker también puede tener por objetivo responder a una nueva necesidad que afecta a gran parte de la sociedad y que no existía o no se había detectado previamente. Un ejemplo de ello es la iniciativa que nació en marzo de 2020 llamada *Coronavirus Maker* y cuyo objetivo fue el de realizar diversas acciones que respondieran a la situación sanitaria provocada por la Covid-19, como la fabricación de material de protección (La Vanguardia, 2020).

Dentro de este último objetivo, encontramos que la corriente maker ha adquirido la capacidad de poder responder a nuevas necesidades sociales durante el periodo de tiempo comprendido entre la identificación de la necesidad y la preparación de las cadenas de producción para poder cubrirla. Es en estas circunstancias, como la creada por la Covid-19, donde los makers ponen a disposición de la sociedad sus herramientas y espacios de trabajo para afrontar la situación hasta que el sector industrial pueda hacerlo por su propia cuenta o hasta que la necesidad está totalmente resuelta. En el caso de *Coronavirus Maker*, se extendió una red ciudadana de cooperación tecnológica que fabricó y distribuyó material de protección personal para hospitales y comercios de toda España. En las dos primeras semanas, lograron fabricar 340.000 viseras protectoras con impresoras 3D domésticas y otras 11.000 con cortadoras láser (El Periódico, 2020). La ventaja de esta iniciativa es que se adaptaba perfectamente a la situación sanitaria al permitir que todos los voluntarios

podieran diseñar y fabricar desde casa. Entre los elementos diseñados y fabricados, también había gafas, cascos, respiradores y otros artilugios para el personal sanitario cuyos diseños eran compartidos a través de foros. Fue precisamente la estrecha comunicación que existe entre la comunidad maker lo que permitió que la iniciativa se extendiera con tanta rapidez, dando como resultado que el grupo contara con 2.000 makers en las primeras 24 horas de la iniciativa (La Vanguardia, 2020).

Planificación del estudio de campo

Para completar la investigación sobre el prosumer en la actualidad es necesario llevar a cabo un estudio de campo que nos permita conocer de primera mano la relación actual y potencial de los prosumers con el diseño modular. Esto nos dará la oportunidad de terminar de definir la figura del prosumer y sus objetivos actuales, así como de valorar la viabilidad de desarrollar un método de diseño modular enfocado a estos usuarios. Para ello, el estudio de campo incluirá las siguientes acciones:

- **Entrevistas a expertos.** Se realizarán una serie de entrevistas a expertos en diversos campos relacionados con el ámbito maker. Los resultados de estas entrevistas nos permitirán obtener una serie de conclusiones sobre las necesidades del prosumer y el uso de metodologías en este ámbito. Además, también se podría establecer un posible campo de pruebas para el método a desarrollar con alguno de los expertos entrevistados.
- **Asistencia a la *Maker Faire Bilbao 2019*.** Esto nos permitirá conocer nuevos expertos a los que entrevistar. Además, también será una buena oportunidad para establecer un primer contacto con asociaciones y espacios maker con quienes poner en marcha la estrategia de difusión de la encuesta.
- **Encuesta dirigida a prosumers y makers.** La encuesta contará con una pregunta de prueba al inicio que asegure que sólo la completan aquellos que tengan relación con el entorno prosumer (makers, diseñadores de producto, etc.). Por otra parte, se seguirá una estrategia de difusión para hacer llegar la encuesta al mayor número de prosumers posible a través de asociaciones y grupos conectados mediante diversos canales de comunicación como las redes sociales o las plataformas digitales.

El objetivo final de este estudio de campo es identificar qué necesidades puede cubrir el desarrollo de un método de diseño en este ámbito y cómo podría ser su aplicación. Los resultados de este análisis nos permitirán desarrollar un método de diseño con una mayor usabilidad, pues tendrá en cuenta los requisitos actuales del prosumer. De este modo, a través del estudio de campo se podrá definir ciertas cuestiones relevantes como, por ejemplo, si el usuario estaría dispuesto a intervenir con el método desarrollado tanto en la fase de diseño de producto como en su ciclo de vida útil con la finalidad de hacer crecer al producto.

Entrevistas a expertos

Este apartado presenta trece entrevistas realizadas a expertos del ámbito maker con el objetivo de conocer el potencial uso del diseño modular en la creación de productos para prosumers. Los resultados tratan cuatro cuestiones principales: la figura del prosumer, las características y beneficios del diseño modular, el uso de metodologías de diseño y la aplicación del diseño modular en el ámbito maker. Se desarrolló la misma estructura de entrevista para cada experto con el objetivo de comparar y constatar los resultados. Entre los entrevistados, se diferenciaron tres perfiles: investigadores, colaboradores en proyectos de co-creación e integrantes de organizaciones maker. El apartado finaliza con una serie de conclusiones sobre la actualidad y tendencia del ámbito prosumer, así como su relación actual y potencial con el diseño modular. El objetivo final de este estudio es conocer cuál es la aplicación actual y potencial del diseño modular en el ámbito prosumer y maker. Este análisis es imprescindible como paso previo al desarrollo del método de diseño pues es necesario conocer la situación actual y las tendencias de este sector, no sólo de forma interna como una corriente aislada, sino también dentro de la sociedad.

Preguntas y expertos entrevistados

Este estudio de campo consta de tres fases: la preparación de la entrevista, la selección de expertos y el tratamiento de los resultados. En primer lugar, se desarrolló la misma estructura de entrevista para cada experto, lo que permite comparar y constatar los resultados obtenidos. De este modo, cada entrevista trata sobre cuatro cuestiones principales: definir la figura del *Prosumer*, establecer las características y beneficios del *Diseño modular*, conocer si existe un uso de *Metodologías* de diseño en este ámbito y saber cómo es la *Aplicación* real y potencial del diseño modular en el ámbito maker. En la siguiente tabla (Tabla 24), se muestran las preguntas que se realizaron para cada uno de los cuatro bloques:

Prosumer	¿Quiénes son? (Definición, confusión en la terminología) / ¿Qué otros nombres tienen (maker, hacker)? / ¿Cómo los podemos identificar? / ¿Dónde están (Fab Lab, Makerspace)? / ¿Qué les define (personalidad)? / ¿Cuáles son sus motivaciones (Hobby vs. Necesidad, economía vs. calidad, tener algo propio)?
Diseño modular	¿Qué es? / ¿Lo ha utilizado alguna vez previamente? / ¿Con qué frecuencia? / ¿Lo considera importante? / ¿Lo planean o surge en el desarrollo (por ejemplo, es intrínseco en electrónica)? / ¿Cómo definiría al diseño modular? / ¿Qué debe tener un producto para ser modular (características)?
Metodología	¿Cómo es su actual proceso creativo (copia, rediseño, nueva idea, aprendizaje...)? / ¿Siguen alguna metodología? / ¿Piensan más allá de su ámbito (integración del diseño)? / ¿Documentan los resultados? / ¿Los comparten? / Diseñar para sí mismo vs. Diseñar para otros
Aplicación	(En este punto se les explica a los entrevistados el objetivo de la investigación) ¿Les parece interesante y útil emplear las ventajas del diseño modular en la creación de productos para prosumer? / ¿Estarían dispuestos a utilizar una metodología nueva? / ¿Las ventajas que ofrece el diseño modular en la cultura maker son reales? / A rasgos generales, ¿cuál es su opinión?

Tabla 24. Preguntas realizadas en las entrevistas a expertos.

En cuanto a la selección de expertos, se intentaron abarcar diversas opiniones que correspondieran a contextos y entornos de aplicación diferentes como, por ejemplo, el académico o el práctico. Por este motivo, se diferenciaron entre tres perfiles diferentes de expertos: investigadores y personal universitario; expertos relacionados con proyectos de co-creación; e integrantes de Fab Labs y organizaciones maker. Por otra parte, todas las entrevistas se realizaron dentro del límite geográfico nacional (España), por lo que se debe tener en cuenta que todos los entrevistados comparten el mismo contexto sociocultural y que las respuestas podrían variar si fueran internacionales. En la Tabla 25 se pone a modo de resumen la información principal de cada entrevistado, incluyendo su perfil, la organización o proyecto al que pertenece y el resumen de su currículum.

Nombre	Perfil	Organización	Resumen del CV	Fecha y lugar
Manuel Martínez	Investigador y personal universitario	UPV / Fab Lab Valencia	Profesor de la Universitat Politècnica de València, investigador, director de <i>Fab Lab Valencia</i> y miembro de <i>CREFAB</i>	24/10/2019 - Videollamada
Enrique Torres	Investigador y personal universitario	Universidad de Zaragoza / Proyecto Make It Special	Profesor del Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas de la Universidad de Zaragoza, maker e investigador	2/10/2019 - Universidad de Zaragoza
Francisco Sanz	Investigador y personal universitario	Ibercivis / BIFI	Director de la fundación de Ciencia Ciudadana <i>Ibercivis</i> , miembro de <i>BIFI</i> y coordinador de <i>Laboratorios César</i> en Etopia.	9/10/2019 - Universidad de Zaragoza
Rebeca Cavero	Investigador y personal universitario	BIFI / Etopia (Centro de Arte y Tecnología)	Gestora cultural, coordinadora de <i>Laboratorios César</i> y técnico de apoyo a la investigación	16/10/2019 - Etopia (Zaragoza)
Mario Melendo	Proyectos maker de co-creación	WikiHouse	Físico y facilitador <i>WikiHouse</i> , un sistema de construcción que diseña, fabrica y ensambla casas de alto rendimiento	8/11/2019 - Paraninfo (Zaragoza)
Pablo Rubio	Proyectos maker de co-creación	Escornabot	Colaborador del proyecto <i>Escornabot</i> , una iniciativa que lleva la robótica educativa a cualquier profesor y profesional	15/11/2019 - Paraninfo (Zaragoza)
César García	Fab Labs y asociaciones maker	La Hora Maker	Investigador y divulgador independiente, encargado del podcast <i>La Hora Maker</i> y colaborador en <i>CREFAB</i> y <i>Makerspace Madrid</i>	27/12/2019 - Videollamada
Carlos Vega	Fab Labs y asociaciones maker	Makers Asturias	Vicepresidente de <i>Makers Asturias</i> , director de comunicación en <i>Conecta Industria</i> y director de <i>Citech</i>	13/11/2019 - Videollamada
Pablo Nuñez	Fab Labs y asociaciones maker	Fab Lab León	Acreditado por el MIT's <i>Center For Bits and Atoms</i> , fabricante digital en <i>Fabrico tus Ideas</i> y colaborador de <i>Fab Lab León</i>	14/11/2019 - Videollamada

Sara Alvarellós	Fab Labs y asociaciones maker	MakerSpace Madrid	Vicepresidenta y cofundadora de <i>Makespace Madrid</i> , escritora del <i>Manual de Supervivencia Maker</i> y cofundadora de <i>Mujeres Tech</i>	15/11/2019 - Llamada telefónica
Alejandro García	Fab Labs y asociaciones maker	Makers Asturias	Presidente de <i>Makers Asturias</i> , ingeniero de telecomunicaciones e integrante del proyecto colaborativo <i>Ashab Space</i>	20/11/2019 - Videollamada
Luis Martín	Fab Labs y asociaciones maker	Makeroni Labs	Presidente de <i>Makeroni Labs</i> , organizador del <i>Arduino Day Zaragoza</i> , cofundador de <i>Innovart</i> , <i>Academia de Inventores</i> y <i>The Ifs</i>	29/11/2019 - Edificio Edelvives (Zaragoza)
Pablo Aliaga	Fab Labs y asociaciones maker	Zaragoza MakerSpace	Cofundador de <i>Zaragoza Makerspace</i> y fundador de <i>La Faboría</i> , espacio basado en tecnologías de código abierto	29/11/2019 - La Faboría (Zaragoza)

Tabla 25. Información principal de los expertos entrevistados.

Todas las respuestas de las entrevistas han sido registradas en el *Anexo IV* de esta tesis con el objetivo de conservar fielmente la información sobre las respuestas de los entrevistados. Los resultados y conclusiones finales han sido agrupados y contrastados de acuerdo a los cuatro temas principales tratados. Dentro de cada bloque y en relación con cada pregunta realizada, se comprobaron todas las respuestas con el objetivo de obtener conclusiones sobre los aspectos en los que había un acuerdo general o, por lo contrario, se generaba debate por la diversidad de opiniones.

En los siguientes apartados, se muestran las respuestas generales de las trece entrevistas realizadas. No se trata de transcripciones literales, sino de conclusiones obtenidas de todas ellas sobre cada bloque de la entrevista que muestran cuáles fueron las respuestas generales respecto a los temas tratados. Las respuestas han sido bastante consensuadas y no existen contradicciones entre ellas, por lo que podemos afirmar que los entrevistados han estado de acuerdo en la mayoría de ellas, lo que aporta un alto nivel de veracidad. De este modo, cada bloque de la entrevista es expuesto a continuación en forma de apartado, diferenciando así cuatro apartados: *La figura del prosumer*, *Características y beneficios del diseño modular*, *Uso de metodologías de diseño* y *Aplicación del diseño modular en el ámbito maker*.

La figura del prosumer

Las conclusiones obtenidas sobre la figura del prosumer tratan las siguientes cuestiones: el término prosumer; diferencias entre maker y prosumer; la filosofía maker; disciplinas con mayor presencia; lugar de trabajo; herramientas utilizadas; forma de trabajar; y evolución y tendencias actuales.

TÉRMINO PROSUMER

El término *prosumer* no es utilizado como parte del lenguaje coloquial para referirse a las personas que intervienen en el proceso de diseño, fabricación o montaje de los productos que consumen. La terminología para referirnos a este tipo de usuario es un poco incierta. Si bien en algunos espacios se ha normalizado el uso de la palabra *maker* para referirse a ellos, fuera de este ámbito no encontramos un término concreto para ello. En este aspecto el libro *Free Innovation* (Von Hippel, 2016) habla de casos en los que la gente crea y personaliza sus propios productos a través de un ecosistema de innovación informal. Por ello, el término *innovador* sería adecuado para referirse a este tipo de usuarios, aunque también existe cierta confusión entre los términos *innovador*, *inventor* y *creador*.

Por otra parte, los entrevistados que sí conocen el término *prosumer* saben que es la unión de *productor* y *consumidor* y lo asocian a aquellos usuarios que transforman productos para que se adecúen a sus intereses y necesidades, que es el significado utilizado en esta investigación. También han sido descritos como “ciudadanos que generan soluciones para su entorno más cercano”. No obstante, algunos entrevistados también hacen referencia a *profesional* en lugar de *productor* e incluso a la producción de contenido en la Web 2.0, existiendo así cierta confusión en el ámbito real con respecto a la definición del término.

MAKER VS. PROSUMER

Si comparamos los términos *maker* y *prosumer* encontramos que parte de sus características solapan a nivel conceptual, aunque otras no lo hagan por ser términos diferentes. Vemos coincidencias en cuanto a la personalización, la adaptación y el desarrollo de soluciones a medida (Figura 16). No obstante, es necesario aclarar que no todo *prosumer* es un *maker* y viceversa. En la definición de *maker* encontramos elementos como el factor tecnológico, el uso de código abierto o el sentimiento de pertenencia a una comunidad, que no están presentes en la definición de *prosumer*.



Figura 16. Coincidencias a nivel conceptual entre los términos *maker* y *prosumer*.

También se ha identificado que el maker es un usuario con mayor libertad de intervención sobre el producto que el prosumer. Algunos entrevistados, establecen la diferencia entre los dos términos en su filosofía. Mientras que el maker tiene un pensamiento y una serie de normas muy asociadas a su cultura, el prosumer no responde a ningún fin ideológico. Es decir, mientras el maker busca compartir y aprender del proceso a través de un ecosistema comunitario que facilita el intercambio de ideas, el prosumer sólo quiere un producto único que responda a alguna necesidad o deseo en concreto. De este modo, a pesar de que ambos usuarios pretenden obtener un beneficio personal sin lucrarse económicamente, si un prosumer no consigue lo que quiere, puede comprárselo. No sucede lo mismo con los makers, quienes están habituados a realizar modificaciones únicas y rediseños.

FILOSOFÍA MAKER

La cultura maker se basa en la curiosidad y en la idea de que el ser humano aprende mejor construyendo. Buscan materializar y reconvertir sus ideas, y les importa más el proceso que el resultado. Generalmente, se hacen makers por hobby, aunque su objetivo final es responder a una necesidad que puede ser tanto propia como ajena. En este aspecto, podríamos diferenciar entre dos tipos de makers: a los que no les importa el resultado sino el proceso de aprendizaje (hobby) y los que hacen cosas útiles y funcionales (necesidad). Buscan resultados transformables y versátiles, es decir, generar un nuevo concepto y democratizarlo a través de plataformas donde comparten información (Open Access) o eventos globales (Maker Faire, 2019) para que otros usuarios puedan seguir evolucionándolo (DIT). Viven constantemente actualizados a través de las plataformas digitales y las redes sociales, que son su principal vía de comunicación. Hacen retos y extrapolan los resultados que obtienen entre diversas disciplinas. Normalmente construyen para sí mismos, aunque cuando lo hacen para terceros se enfrentan a factores como la seguridad del producto. Se trata de creaciones propias sin normativas ni homologaciones, lo que puede dar lugar a discusión sobre cómo gestionar las responsabilidades ante posibles incidentes. Este último factor se ha tratado en varias entrevistas como la de César García, Enrique Torres y Francisco Sanz.

DISCIPLINAS

El ámbito maker ha evolucionado de tal modo que cualquier persona de cualquier profesión puede ser un maker, pues lo que les une es una actitud común motivada por la curiosidad. No obstante, hay disciplinas que tienen una mayor presencia que otras. Este sería el caso de los makers electrónicos e informáticos. La electrónica es un pilar fundamental de la cultura maker, pues a través de la creación de plataformas como Arduino o Raspberry, que han democratizado el ámbito de la electrónica, ahora su uso es más accesible a usuarios no especializados. Otras disciplinas que empiezan a emerger con más fuerza son el diseño, por su naturaleza multidisciplinar, y la biología, con términos propios como DIYbio o Wetlab.

LUGAR

Los makers prefieren trabajar en entornos de uso compartido donde puedan comunicarse, aprender otras disciplinas y colaborar entre ellos. En este aspecto, los Fab Labs son una buena solución, pues están estandarizados y cuentan todos con los mismos recursos para que un proyecto pueda ser realizado en cualquier Fab Lab sin importar su ubicación. Por otra parte, también se aprecian diferencias a nivel de espacios entre makers y prosumers. Aunque que el término prosumer no está presente en espacios maker, sí lo está dentro de los Living Labs: espacios que dan la oportunidad a personas que están a la vanguardia tecnológica para probar cosas nuevas y adaptarlas.

HERRAMIENTAS

Existen herramientas que se usan más que otras como es el caso de Arduino y la impresión 3D. En general, un maker combina la tecnología con el bricolaje para crear un ecosistema que permita desarrollar todas las fases del proceso de diseño y producción de sus ideas. El acceso a ciertas herramientas ha abierto las fronteras tecnológicas a un público multidisciplinar. Gracias a la descentralización y el fácil acceso tanto a la máquina física como a los servicios intangibles, ciertas tecnologías predominan más que otras. Por ejemplo, en el caso de la impresión 3D, las impresoras son cada vez más asequibles (físico) y los modelados disponibles en plataformas más accesibles y variados (intangible). Lo mismo sucede con los Fab Labs, que han favorecido el acceso a las herramientas de fabricación digital y prototipado rápido.

FUNCIONAMIENTO

Generalmente un maker tiene una idea, la hace y la comparte con la comunidad. Esta comunidad puede tomar la misma idea y crear bifurcaciones de ésta en diferentes campos para solventar diversos problemas. Normalmente un maker parte de algo ya iniciado por otra persona, por eso no tienen miedo a compartir. Por otra parte, algo que en principio toman de otros usuarios por su desconocimiento a hacerlo, pueden acabar haciéndolo ellos mismos, como es el caso de los modelados 3D.

EVOLUCIÓN Y TENDENCIAS

Un maker es un creador que utiliza la tecnología como su herramienta, ya sea software o hardware. En este aspecto, los cambios tecnológicos conllevan por lo tanto cambios en la forma de trabajar de los makers. En la primera Maker Faire que se realizó en Roma en 2013 se definió al maker como un *artesano que introduce la tecnología dentro del proceso creativo*, lo que lo convierte en una especie de artesano digital que comparte para construir una identidad. Por ello, un maker tiene que estar vinculado a una comunidad para acabar creando redes. No existen las motivaciones económicas, sino que la labor como maker va más allá, con la intención de traspasar las barreras del conocimiento y aportar algo a la sociedad. El aprendizaje es cada vez más rápido y requiere menos recursos que antes.

Características y beneficios del diseño modular

Se han tratado los siguientes puntos en torno a las características y beneficios del diseño modular: definición; caracterización; ventajas; diseño modular frente a diseño paramétrico; uso real; y ejemplos de aplicación.

DEFINICIÓN

El diseño modular es el diseño en base a módulos que plantea la modularidad del producto como un objetivo de diseño. En este aspecto, el diseño modular se basa en la idea de dividir un problema para afrontarlo, es decir, modularizar los entes para manejarlos con mayor simplicidad. En su aplicación práctica consistiría en la integración de diversos módulos para crear algo mayor, ofreciéndole al producto la oportunidad de crecer. Así pues, se trataría de un proceso previo al diseño y desarrollo del producto que crea diferentes niveles de abstracción. Si nos centramos en la cultura maker, podemos observar que los módulos de un proyecto maker están vivos, cambian constantemente de acuerdo a diversas necesidades y requerimientos. Por otra parte, se puede diferenciar entre módulos duros y blandos. Los módulos duros son aquellos elementos básicos que siempre deben estar presentes porque responden a una necesidad funcional, mientras que los módulos blandos son todas las partes accesorias que corresponden generalmente a la parte más estética. Esto permite sacar nuevos productos en un tiempo récord debido a que la parte dura ya está diseñada y sólo se implementan cambios o mejoras en las partes blandas. Este tipo de producción en base al diseño modular a escala se está poniendo en valor por evitar las fases de prototipado.

CARACTERIZACIÓN

Existen numerosas características que se reiteran entre todas las entrevistas. El diseño modular es un diseño que permite que el producto sea *adaptable*, pues le permite llevar a cabo modificaciones de acuerdo a las necesidades del usuario. En este sentido, esto le permite también ser *actualizable* a través de la renovación de módulos dentro de un mismo producto. Por otra parte, también vemos que permite *intercambiar* varias piezas (módulos) entre diferentes productos o familia de productos. Para que pueda llevarse a cabo es necesaria la *estandarización*, es decir, la compatibilidad tanto física como intangible. Otra característica necesaria es la *independencia* de los módulos y sus respectivas funciones, pues un producto modular es un objeto entendible por separado. La inclusión de todas estas características del diseño modular, conllevan la integración de una serie de características secundarias como la *reutilización*, el *recambio*, la *multifuncionalidad*, *flexibilidad*, *crecimiento del producto*, *facilidad de desmontaje y traslado*, *versatilidad*, *escalabilidad*, *integración*, *sostenibilidad*, *eficiencia* y *economía*.

VENTAJAS

El diseño modular permite percibir las posibilidades y alternativas de un proyecto o servicio, aunque se deben tener en cuenta las delimitaciones técnicas. En su aplicación real y debido a los beneficios que ofrece, surge de forma natural en el diseño y desarrollo de productos, sin ser una imposición. Por ello, debería existir más conocimiento en este ámbito que permitiera la creación de productos modulares de una forma más sencilla y aplicable. Además, el diseño modular tiene la capacidad de responder a una necesidad del mercado actual, como es la demanda de productos multifuncionales, adaptables y actualizables. En cuanto a las ventajas que ofrece para los makers, encontramos que estos usuarios siempre quieren ir más allá. Les gusta reaprovechar los proyectos que hacen, hacerlos crecer y evolucionarlos, y todo eso es posible gracias al uso del diseño modular. En la actualidad observamos que demandan modularidad que les permita crear productos dinámicos, no estáticos. Por otra parte, el diseño modular ofrece otras ventajas como mejorar la interacción del producto con el usuario, facilitar la prueba y error, añadir nuevos usos, aportar un acceso libre para todos los usuarios, permitir que la fabricación sea más ágil y su precio más económico. Se trata de un diseño en el que cualquier cambio no supone mucho desarrollo para el resultado final, a través del uso de módulos que conviven en un mismo ecosistema.

DISEÑO MODULAR VS. DISEÑO PARAMÉTRICO

Existen ciertas diferencias entre los términos *módulo* y *paramétrico*. En electrónica podríamos hablar de *diseño modular* mientras que, en producción física, más relacionada con fresado o impresión 3D, el término más correcto sería *diseño paramétrico* donde se diseñan unas piezas con una serie de parámetros base a partir de los cuales se puede personalizar. Por ello en el ámbito del 3D se habla más de *diseño paramétrico* que de *3D modular*. En este aspecto, la conexión entre elementos juega un papel fundamental. Un ejemplo de ello es el proyecto que se popularizó en *Thingiverse* llamado *Free Universal Construction Kit* (UCK, 2019), un kit de interconexión que combina sistemas de piezas modulares (Lego, Tinkertoys, Duplo...) con el objetivo de permitir la compatibilidad entre piezas de diferentes fabricantes. Aquí encontramos que el diseño modular permite saltarse las barreras para crear algo que no existe a partir de otros diseños, es decir, permite *hackear* diseños o productos ya existentes.

USO REAL

Su aplicación es bastante frecuente en el ámbito de la cultura maker donde surge en el desarrollo del producto, normalmente cuando un problema es demasiado grande y no se puede abarcar fácilmente. No obstante, existen también casos en los que el diseño modular es una especificación de diseño (EDP). Se observa que su uso es inconsciente, tienden a hacer productos modulares, aunque no saben que lo están haciendo. Por ello, el diseño modular es algo propio de la naturaleza maker, pues

permite crear productos capaces de cambiar, evolucionar y adaptarse sin necesidad de deshacer lo anterior o volver a hacerlo desde cero. Los makers lo aplican bastante por las ventajas que ofrece, lo que lo hace realmente importante y necesario en este ámbito. En ocasiones incluso, los proyectos maker tienen como base algunos productos comercializados basados en diseño modular, como es el caso de Lego.

EJEMPLOS

Se citaron numerosos ejemplos de productos y sistemas modulares en el desarrollo de todas las entrevistas. Uno de los más reiterados fue Arduino, dentro del ámbito de la electrónica, ya que cuenta con una placa base y una serie de módulos de expansión que amplían sus funciones según las necesidades del usuario. Además, el sistema modular está presente en diversas escalas (mini, mega, industrial...). Este mismo mecanismo ha sido utilizado también en otras placas electrónicas que ofrecen una serie de conectores estándar para permitir que cualquier usuario pueda crear sobre una misma base, lo que aporta ventajas no sólo en la fabricación sino también en los costes finales. En lo que respecta al ámbito de diseño de producto también se citaron casos del sector mobiliario como IKEA o mmodulUS, y de móviles modulares (Proyecto Ara y Fairphone). En ámbitos más particulares, también se citaron proyectos como Wikihouse (arquitectura) y Escornabot (robots educativos). Finalmente, encontramos que el ámbito de la domótica también alberga numerosos casos de diseño modular (termostatos, hogares inteligentes, etc.) como es el caso de openHAB.

Uso de metodologías de diseño

En lo referente al uso de metodologías de diseño en el ámbito prosumer, se han tratado las siguientes cuestiones: proceso creativo que siguen; metodología maker; integración del diseño de producto; documentar y compartir los proyectos; y diseñar para terceras personas.

PROCESO CREATIVO

Debido a la filosofía propia de la cultura maker, su proceso creativo se basa por lo general en el rediseño y la generación de nuevas ideas basadas siempre en un proceso de aprendizaje mediante prueba y error. Sólo se basan en la copia cuando no tienen conocimiento sobre la materia y replican para aprender. Normalmente se inspiran o copian un producto ya creado para luego realizar modificaciones e innovaciones sobre el mismo. Para ello, a menudo utilizan plataformas digitales donde comparten ideas, tutoriales, diseños 3D y otros recursos, para inspirarse y tener una referencia sobre la que hacer modificaciones. Algunas de las plataformas más utilizadas son *Thingiverse*, *Opendesk*, *Instructables* o *GitHub*, entre otras.

METODOLOGÍA MAKER

En principio, no existe una metodología genérica y globalizada que los usuarios apliquen para hacer sus propias intervenciones sobre los productos que crean. No obstante, la mayoría de los entrevistados coinciden en que siguen prácticamente los mismos pasos básicos. En primer lugar, realizan un análisis previo de otros productos y servicios, así como del contexto en el que se desarrollan. Posteriormente, toman la creación de otro usuario u otro producto ya existente al que le hacen sus propias aportaciones que pueden resultar en nuevos usos, adaptaciones, actualizaciones o evoluciones, entre otras intervenciones. Otro tipo de aportación muy utilizada es la extrapolación de una idea o función ya existente a un nuevo producto, ámbito o uso final. Finalmente, y puesto que les gusta ver su producto finalizado, proceden a la fase de fabricación y montaje del producto, donde hacen un constante proceso de prueba y error con especial uso de la interacción rápida con el objetivo de ver qué es lo que funciona y lo que no e incorporar así mejoras a su idea original.

INTEGRACIÓN DEL DISEÑO

Lo más usual es que un prosumer actúe solo, pero debido a la presencia de redes y talleres compartidos cada vez es más común la creación de grupos de trabajo. Este hecho da lugar a la convivencia de diversas disciplinas en un mismo entorno que, unida a la naturaleza curiosa de los makers, hace que éstos adquieran conocimientos multidisciplinarios que aplican posteriormente a sus productos. Por este motivo, lo más común es que un maker no trabaje solamente su especialidad, sino que integre también otras (electrónica, diseño 3D, textil, etc.). En este aspecto, el diseño de producto tiene una gran importancia pues es lo que permite dar forma final a una idea que puede estar basada en otras disciplinas, como por ejemplo la electrónica. Por ello, se convierte en un instrumento necesario y común en todo tipo de proyecto, lo que hace que los usuarios tengan conocimientos sobre la integración del diseño de producto. Además, muchos usuarios del mundo maker no vienen del ámbito del diseño, sino más bien movidos por una curiosidad personal y la automotivación.

DOCUMENTAR Y COMPARTIR

No todos los usuarios prosumer comparten sus creaciones. Muchos hacen sus propias intervenciones destinadas a un uso propio y basadas en la personalización o la incorporación de nuevas funcionalidades. Estas intervenciones corresponden a necesidades efímeras que el usuario decide resolver por su cuenta, sin documentar ni compartir los resultados. No sucede lo mismo con los makers. Como hemos visto, un maker tiene una filosofía arraigada que se basa en la idea de que “un proyecto no documentado es un proyecto que no existe” y de que “si no hay réplica, no hay mejora”. Esto está muy relacionado con su metodología de trabajo, basada muchas

veces en “descargar, modificar y volver a subir”, lo que da lugar a la evaluación entre pares y al co-diseño, donde diferentes usuarios hacen modificaciones y mejoras apoyándose en el código abierto y las licencias libres. En este caso, la impresión 3D es el ejemplo maker por excelencia de diseño evolutivo. No obstante, no existe una forma fácil y estandarizada de compartir sus creaciones con otros usuarios, resultándoles a menudo esta parte la menos interesante del proceso de trabajo.

DISEÑAR PARA OTROS

Las motivaciones y objetivos de un maker están marcadas por un contexto sociológico diferente al de la figura de diseñador, pues no tienen una orientación hacia el mercado, sino hacia su propia satisfacción o la de otros. Diseñar para otros implica utilizar otro proceso de diseño. Por ello, el diseño para otros se basa en la funcionalidad, en obtener resultados útiles que respondan a una necesidad, mientras que el diseño para uno mismo se hace como un hobby para cumplir otros objetivos secundarios como aprender, divertirse o tener un producto único. En ambos casos, el proceso debe ser interactivo y estar en constante contacto con el usuario final.

Aplicación del diseño modular en el ámbito maker

Los puntos que se van a tratar a continuación con respecto a la aplicación del diseño modular en el ámbito maker son los siguientes: el interés de los entrevistados y de la comunidad por la línea de investigación y el método de diseño a desarrollar; la realidad actual del diseño modular en el ámbito maker; y los posibles problemas que pueden surgir en el desarrollo y aplicación del método de diseño.

INTERÉS

El diseño de producto es muy importante en la elaboración de un proyecto maker, marca la diferencia ante otros proyectos. Por ello resulta de interés la creación de un método que facilite la fase de diseño. De hecho, el diseño modular es un método que actualmente ya aplican, pero lo hacen de forma inconsciente. No obstante, es un método que no sólo podría interesar a los actuales makers, sino a nuevos makers y a futuras generaciones por su cercanía a la tecnología, puesto que estarán más preparados para utilizar un método de estas características. Además, en el contexto social actual está teniendo lugar un cambio de mentalidad en el que los usuarios buscan explorar de una forma creativa a través de la personalización y la intervención sobre los productos que consumen.

USO DE LA METODOLOGÍA

Los usuarios que tienen interés en intervenir en alguna fase de los productos que consumen, sobre todo los makers, están abiertos al aprendizaje y a implementar mejoras en su forma de trabajar. Les preocupa que sus productos no sean finalizados, por lo que necesitan conceptos de diseño que les facilite esta tarea. En este aspecto,

sí estarían dispuestos a utilizar la metodología, sobre todo en las fases iniciales del diseño de producto. Además, son usuarios que están acostumbrados a seguir pautas e instrucciones, por lo que utilizar una metodología no les resultaría difícil.

REALIDAD

Las ventajas del diseño modular en la cultura maker son reales, puesto que cualquier proyecto te va a obligar a modularizar sus componentes para poder aplicarle correcciones, adaptarlo, evolucionarlo y actualizarlo. Esto es una realidad en el campo de la electrónica y la programación, y cada vez se está extendiendo más al diseño de producto. Un ejemplo de su aplicación es *Arduino*, que pone a la venta el material, pero luego las programaciones se comparten y son de libre acceso con el fin de democratizar el uso de la electrónica. Lo mismo sucede con *OpenDesk* y *Prusa*, que parte de lo que ofrecen es comercial y otra parte Open Access. La futura metodología podría tener una dinámica similar, funcionando como un kit con normas e instrucciones que sirva para enseñar al usuario a diseñar al producto, pero le proporcione libertad en sus decisiones.

PROBLEMAS

Una metodología muy generalizada, sin dirigirse a un tipo de producto o usuario en concreto, puede ser complicada de alcanzar. Esto puede dar como resultado un método que, para poder tener una aplicación general a cualquier tipología de producto, deba ser demasiado simple, reduciendo su aplicabilidad, utilidad y efectividad de sus resultados. Por ello sería necesario probar en qué tipologías de producto funciona mejor (electrónica, mobiliario...). Por otra parte, la estandarización del diseño puede ser de ayuda siempre y cuando no suponga una restricción para los elementos físicos.

Experimentación de un nuevo método de diseño

Al finalizar la entrevista, se preguntó a algunos de los entrevistados por recomendaciones sobre posibles campos de pruebas donde llevar a cabo la experimentación del método de diseño a desarrollar como, por ejemplo, proyectos u organizaciones que puedan necesitar un modelo de diseño de producto con dichas características. Algunas de las propuestas surgidas fueron las siguientes:

- **Make it Special.** Iniciativa para formar a profesores de educación especial con el objetivo de que sean capaces de crear nuevos productos que respondan a las necesidades específicas de cada uno de sus alumnos.
- **No makers.** El método puede ir dirigido a usuarios que todavía no son makers para conseguir captar su atención y que les sirva de introducción al diseño de producto. El campo de pruebas podría ser un taller de Etopia de Zaragoza.

- **Wikihouse.** Ya utilizan el diseño modular para la creación de estructuras de casas. No obstante, ahora han comenzado a aplicarlo en el diseño de mobiliario modular para esas casas, por lo que la nueva metodología podría tener aplicación en este campo. Se trataría de mobiliario a pequeña escala adaptable, desmontable y transportable.
- **Nuevos proyectos y servicios.** Podría tener cabida en la creación de nuevos proyectos y servicios, es decir, utilizando el diseño modular de una forma más intangible, como un método de organización y planificación que relacione recursos con necesidades.
- **Academia de inventores.** La metodología podría destinarse a estandarizar las prácticas en la creación de espacios maker de acuerdo a diferentes parámetros (presupuesto, necesidades, espacio disponible, etc.).

Potencialidad del diseño modular

Se ha comprobado que, en su aplicación real dentro del ámbito prosumer, el diseño modular surge de forma natural debido a los beneficios que ofrece. Por esta razón, debería existir más conocimiento en este ámbito que permitiera la creación de productos modulares de una forma más sencilla y aplicable. Además, el diseño modular tiene la capacidad de responder a la demanda del mercado actual de obtener productos multifuncionales, adaptables y actualizables. En cuanto a las ventajas que ofrece para los prosumers, encontramos que permite hacer crecer y evolucionar los productos, mejorar la interacción con el usuario final, facilitar la prueba y error, añadir nuevos usos, permitir la fabricación ágil y economizar su precio final. En definitiva, el diseño modular permite el uso de módulos que conviven en un mismo ecosistema para poder realizar cambios y actualizaciones que no supongan un gran esfuerzo en el producto final.

Actualmente, las ventajas que ofrece el diseño modular en la cultura maker son reales, puesto que cualquier proyecto de estas características necesita modularizar sus componentes para poder aplicarle correcciones, adaptarlo, evolucionarlo y actualizarlo. Esto es una realidad en el campo de la electrónica, y cada vez se está extendiendo más al diseño de producto, donde se combina la actividad comercial con el Open Access para facilitar el acceso a nuevas herramientas concretas. El método de diseño a desarrollar podría tener una dinámica similar, aportando una serie de normas e instrucciones que sirvan para enseñar al usuario a diseñar el producto, pero que le proporcione libertad en sus decisiones.

Como se ha podido ver en las entrevistas a expertos, los usuarios prosumer están constantemente evolucionando sus productos. Lo más habitual es que los diseñen, los fabriquen y los actualicen. Debido a su mentalidad inquieta y curiosa, el

producto nunca llega a estar terminado del todo. Por este motivo, el método de diseño a desarrollar no debería tener únicamente en cuenta las fases de diseño, fabricación y montaje, sino también las fases posteriores del ciclo de vida útil del producto. Como hemos visto, el diseño modular aporta a los productos la capacidad de ser actualizables, reparables y adaptables, entre otros aspectos, características directamente relacionadas con los usuarios prosumer.

Maker Faire Bilbao 2019

A medio camino entre la feria científica y el festival de arte, las Maker Faires se realizan en más de 200 ciudades de todo el planeta. En concreto, Maker Faire es el mayor festival internacional en tecnologías creativas que se celebra a nivel global. Se trata de una celebración del movimiento maker que consigue reunir a diversos perfiles relacionados con la tecnología y la artesanía, como diseñadores, científicos, inventores y creadores. Este encuentro, pensado para todos los públicos, permite a los asistentes exhibir todo tipo de proyectos locales, estatales e internacionales alrededor de la cultura digital y del uso creativo de las tecnologías DIY. En definitiva, el objetivo de Maker Faire es unir, inspirar, informar y conectar a la creciente comunidad de ingeniosos que emprende proyectos desde sus casas, celebrando al mismo tiempo su derecho a modificar, hackear y adaptar cualquier tecnología a sus necesidades.

Entre las Maker Faires más importantes, encontramos la *Maker Faire de San Mateo*, California (EE.UU.), que en 2012 reunió a 800 makers y más de 110.000 asistentes, y la *World Maker Faire de Nueva York*, que ha alcanzado los 500 makers y 55.000 asistentes en su última edición. El evento también tiene lugar en otras grandes ciudades como Detroit, Kansas City, Newcastle (Reino Unido) y Tokio. Por otra parte, existen también ediciones lideradas por comunidades locales y organizadas de forma independiente bajo el nombre *Mini Maker Faires*, entre las que se incluye la *Maker Faire de Bilbao*.

Maker Faire Bilbao trabaja con la intención de “acercar la última vanguardia tecnológica internacional al tejido social local y ser motor de cambio en el entorno a través de la participación activa, interseccional e inclusiva” (Maker Faire Bilbao, 2019). El festival se estructura en cuatro ejes: conferencias, talleres, stands e instalaciones. La edición de 2019 fue organizada por Espacio Open, un ecosistema de proyectos creativos, y se llevó a cabo los días 1, 2 y 3 de noviembre en *Azkuna Zentroa-Alhondiga Bilbao* Centro en Cultura Contemporánea y Ciudadanía en un contexto de colaboración.

Planificación previa

Para aprovechar el evento al máximo, se buscó el programa con antelación. En él aparecían todas las actividades diarias y sus horarios, así como los makers y proyectos que iban a asistir a la Maker Faire. En las siguientes páginas, se muestra la planificación realizada sobre el programa del evento:

MAKER FAIRE BILBAO
FESTIVAL INTERNACIONAL DE TECNOLOGIAS CREATIVAS
1-2-3 NOVIEMBRE EN AZKUNA ZENTRO

VIERNES 1

17:00 APERTURA DE PUERTAS
El día comienza con la apertura de las puertas del evento. Un espacio interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Light Boxes. Fab Lab Bilbao. Hacemos ventanas multicolors animadas con un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Electro-Felt. Caruso Pekoz. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Lampara Lucerniega. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

17:15 Sesión experimental "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

17:30 Visita guiada a Opatz. Opatz. Centro for Art and Media Karlsruhe que trae a Bilbao el mundo de los mejores artistas en Arte y Tecnología.

Taller Fábrica de Fabricantes. Eshaki Fab Lab. Aprende a controlar diversos robots industriales. Sala Laboratorio.

18:15 Conferencia "The Things Network". Rafa Martínez. Conoce la red libre, abierta y descentralizada de dispositivos IoT. Lantegia 1 // Conferencia.

19:00 Visita guiada Lantegia 2 / Nerfis. Nerfis. Visita guiada a Lantegia 2, un espacio de fabricación digital, programación y electrónica. Sala Laboratorio.

Taller Haz tus Gafas de realidad virtual. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

19:15 Conferencia "Mujeres Tech". Caru Mallo. Conoce la realidad de las mujeres en el mundo de la programación y hardware. Lantegia 1 // Conferencia.

20:00 CIERRE DE PUERTAS

VIERNES 1

17:00 APERTURA DE PUERTAS
El día comienza con la apertura de las puertas del evento. Un espacio interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Light Boxes. Fab Lab Bilbao. Hacemos ventanas multicolors animadas con un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Electro-Felt. Caruso Pekoz. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Lampara Lucerniega. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

17:15 Sesión experimental "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

17:30 Visita guiada a Opatz. Opatz. Centro for Art and Media Karlsruhe que trae a Bilbao el mundo de los mejores artistas en Arte y Tecnología.

Taller Fábrica de Fabricantes. Eshaki Fab Lab. Aprende a controlar diversos robots industriales. Sala Laboratorio.

18:15 Conferencia "The Things Network". Rafa Martínez. Conoce la red libre, abierta y descentralizada de dispositivos IoT. Lantegia 1 // Conferencia.

19:00 Visita guiada Lantegia 2 / Nerfis. Nerfis. Visita guiada a Lantegia 2, un espacio de fabricación digital, programación y electrónica. Sala Laboratorio.

Taller Haz tus Gafas de realidad virtual. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

19:15 Conferencia "Mujeres Tech". Caru Mallo. Conoce la realidad de las mujeres en el mundo de la programación y hardware. Lantegia 1 // Conferencia.

20:00 CIERRE DE PUERTAS

SABADO 2

11:00 APERTURA DE PUERTAS
El día comienza con la apertura de las puertas del evento. Un espacio interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Light Boxes. Fab Lab Bilbao. Hacemos ventanas multicolors animadas con un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Electro-Felt. Caruso Pekoz. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Lampara Lucerniega. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

11:30 Conferencia "Big Freaking Farm". Víctor Martínez. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Colgante Blink. Fab Lab León. Construye tu colgante luminoso. Todas las edades.

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

11:30 Conferencia "Impresión 3D y hospitales". Koldo Arriola. Aprende a montar tu impresora 3D y a utilizarla por la rampa. Todas las edades.

Taller Lampara Lucerniega. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

12:00 Conferencia "El Movimiento Maker y el mundo de la tecnología". Mikel Martínez. Descubre el mundo de la tecnología Do-It-Yourself y cómo se relaciona con el mundo de la tecnología profesional. Lantegia 1 // Conferencia.

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

12:30 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

13:00 Conferencia "Making Art at Burning Man". Jennifer Blakeslee. Descubre el mundo del arte digital y cómo se relaciona con el mundo de la tecnología profesional. Lantegia 1 // Conferencia.

Taller Light Boxes. Fab Lab Bilbao. Hacemos ventanas multicolors animadas con un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

13:30 Conferencia "Menos plástico y más innovación". Christina Bobal y Ginebrica. Descubre cómo crear productos más sostenibles y éticos. Lantegia 1 // Conferencia.

Taller Y&B - Q&B. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

14:00 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:15 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:30 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:45 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:50 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

HASTA MAKER FAIRE BILBAO 2020!

DOMINGO 3

11:00 APERTURA DE PUERTAS
El día comienza con la apertura de las puertas del evento. Un espacio interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Microbot Jam. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Climate Challenge 2030. Matt Vert. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Enciende tus ojos de Robot!. Víctor Martínez. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Escornobot. Pablo Rubio. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

Taller Light Boxes. Fab Lab Bilbao. Hacemos ventanas multicolors animadas con un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

Taller Nerdy Derby. Fab Lab León. Construye tu coche de madera y deslízalo por la rampa. Todas las edades.

11:30 Conferencia "Menos plástico y más innovación". Christina Bobal y Ginebrica. Descubre cómo crear productos más sostenibles y éticos. Lantegia 1 // Conferencia.

Taller Y&B - Q&B. Fab Lab Bilbao. Aprende a montar tu impresora 3D de bajo coste. Fab Lab Bilbao. Aprende a soldar con este lápiz bizzarro que ilumina. Todas las edades.

12:00 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

12:30 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

12:45 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

12:50 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

13:00 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

13:15 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

13:30 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

13:45 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

13:50 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:00 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:15 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:30 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

14:45 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

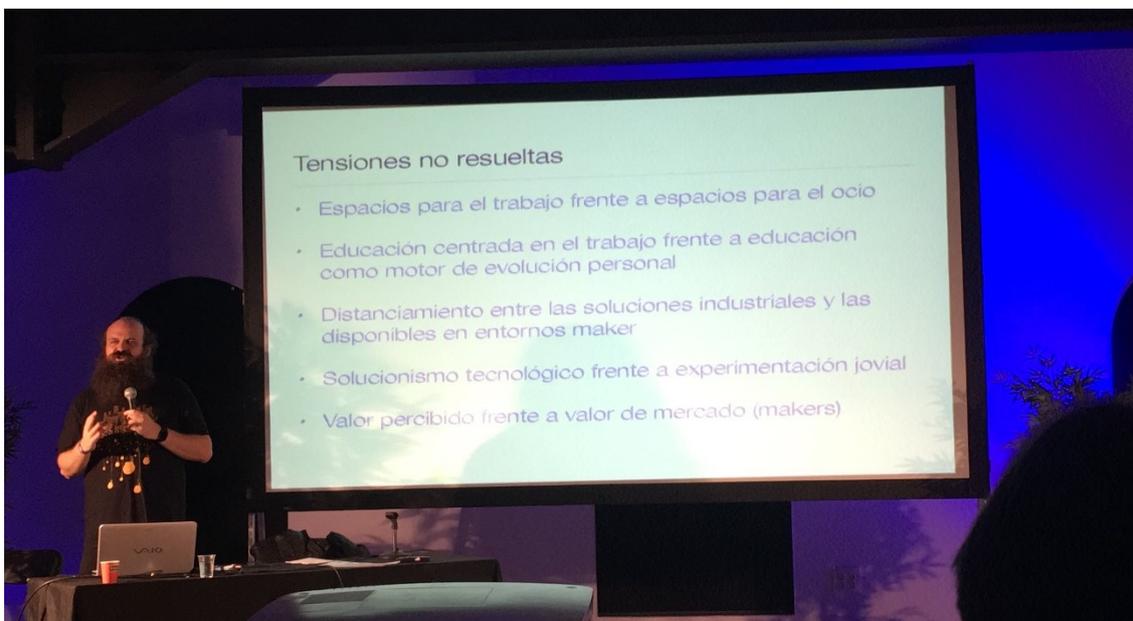
14:50 Conferencia "Neurociencia DIY". BLOOM.org. Presentación Experimental de Neurociencia DIY: Un juego interactivo para entender el cambio climático. Act Now!

HASTA MAKER FAIRE BILBAO 2020!

Sobre la programación diaria, se subrayó (amarillo) todas las actividades que resultaban de gran interés por la persona u organización encargada de llevarlas a cabo y por la temática que trataban. De entre todas ellas, se resaltaron en rojo aquellas actividades a las que era imprescindible asistir.

Asistencia al evento

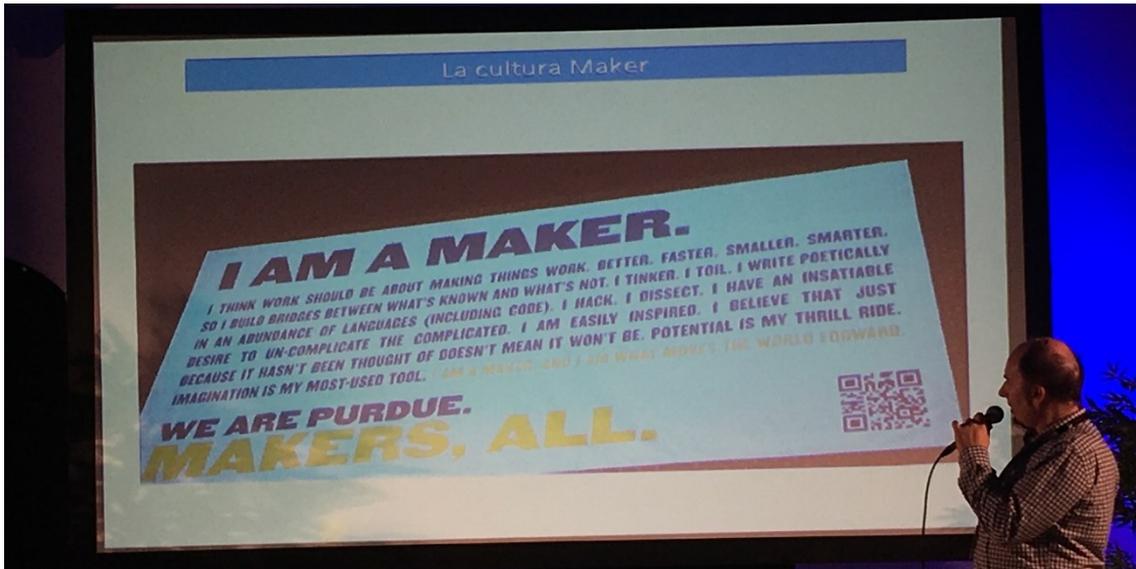
Se asistió al evento durante los tres días que duró, de modo que se pudo cumplir satisfactoriamente con la planificación previa al presenciar prácticamente todas las actividades que se habían planeado. También se estableció contacto con las personas y organizaciones planificadas, así como con otras nuevas. A continuación, se muestran una serie de fotografías de la asistencia al evento:



Cesar García en la conferencia "El movimiento Maker y el Futuro del Trabajo".



Proyecto modular Parconier (izquierda). Sara Alvarellos en la conferencia "Mujeres Tech" (derecha).



Conferencia "Big Freaking Farm" de Víctor Barahona.



Gael Langevin y su robot humanoide impreso en 3D "Inmoov".



Cesar García en la conferencia "El movimiento Maker y el Futuro del Trabajo".

Aportaciones a la investigación

La Maker Faire Bilbao 2019 logró reunir a numerosas asociaciones, espacios y expertos del ámbito maker a nivel nacional. Esto nos permitió establecer nuevos contactos a quienes entrevistar posteriormente. De este modo, gracias a la Maker Faire pudimos realizar las siguientes entrevistas:

- Carlos Vega (asociación Makers Asturias)
- Pablo Nuñez (espacio Fab Lab León)
- Sara Alvarellós (espacio MakerSpace Madrid)
- Pablo Rubio (proyecto de co-creación Escornabot)
- Alejandro Corvis (asociación Makers Asturias)
- César García (podcast La Hora Maker)

Por otra parte, se estableció contacto con diversas organizaciones con quienes compartir la encuesta. Dado el alto nivel de comunicación y colaboración entre los makers, una buena forma de comenzar con su difusión fue compartiéndola entre asociaciones makers nacionales y que éstas a su vez se la hicieran llegar a sus miembros. Así pues, durante la Maker Faire conocimos las siguientes organizaciones, empresas y proyectos a quienes posteriormente les hicimos llegar la encuesta:

- Biook (BBK Open Science)
- Fábrica de Fabricantes
- Fab Lab Santander
- 3D Egin
- Happy Selfie (Irontec)
- UPNA LAB (Universidad de Navarra)
- V3D (Vall3Design)
- Parconier (Robots modulares)
- Espacio Open
- Fab Lab León
- Womans Area
- ReadyLan
- Aprenditeka

En cuanto a las conferencias a las que se asistió, la realizada por César García que llevaba por título “El Movimiento Maker y el Futuro del Trabajo” fue especialmente interesante por su temática y relación con la línea de investigación de esta tesis. En ella, se hacía un avance del estudio llevado a cabo con Fundación COTEC bajo el mismo nombre (García Sáez, 2019). Entre las conclusiones que se presentaron, se habló de la reticencia general de los diseñadores a ceder sus diseños en plataformas abiertas donde cualquier usuario puede descargárselos. En este aspecto, se destacó la creciente colaboración entre diseñadores y makers, quienes se basan en la experimentación, en espacios colaborativos para producir kilómetro cero. Por ello, un

reto importante que establece el estudio es hacer que los Fab Labs sean todavía más abiertos, más “makers”. Actualmente este tipo de espacios son una mezcla entre ocio y emprendimiento. También se cuestionó la forma de potenciar la creatividad en el ámbito de la educación. Como ejemplo de ello encontramos las hackatones actuales, que tienden a estar muy direccionadas a la búsqueda de soluciones para particulares. Como conclusión final, se expuso que el mundo maker no tiene por qué estar alejado del industrial. Algunos ejemplos como Arduino, muy utilizado por numerosas PYMES, u OpenDesk, donde puedes coger un módulo y pedir a un Fab Lab o taller que te lo haga, muestran el enriquecimiento que puede aportar el ámbito maker a la industria.

Gracias a la Maker Faire y a la difusión de la encuesta, también pudimos establecer contacto con David Cuartielles, cofundador de Arduino, quien nos comentó que su tesis doctoral tenía medio capítulo dedicado a los makers y el diseño modular. En este caso, se trata de diseño modular aplicado al ámbito de la electrónica, pero su relación con el entorno maker resulta de gran interés. La tesis trata sobre la creación de sistemas digitales y su convergencia en plataformas diseñadas, construidas y administradas por comunidades. Este trabajo contribuye al campo del diseño de interacción al tratar términos como la modularidad y la transferibilidad. En él se habla del diseño modular como una evolución natural de las plataformas de prototipado. Según esta investigación, *“los diseñadores de plataformas están creando sistemas modulares (...) diseñados para minimizar la cantidad de tiempo que necesitan los usuarios y desarrolladores para armar sistemas interactivos compuestos por múltiples sensores y actuadores, inteligencia de sistemas y comunicadores”* (Cuartielles, 2018). Además, el trabajo también plantea el diseño modular como una característica básica en una plataforma que la capacita para transferir prestaciones a otros diseños y estandarizar sus propiedades. A su vez, dicha modularidad optimizaría la capacidad de reutilizar el sistema y reprogramarlo para adaptarse a las necesidades del usuario final.

Encuesta a usuarios prosumer

Las conclusiones obtenidas en las entrevistas realizadas a expertos nos ofrecen información a nivel *macro* de la situación actual del prosumer y su potencial relación con el diseño modular. Estas respuestas indagan en la filosofía y las tendencias actuales de este sector desde un punto de vista más abstracto que nos aporta información sobre cómo es el usuario y cómo debemos enfocarnos a él. Dicha información deja al descubierto cuáles son las necesidades del prosumer, de modo que podamos cubrirlas con el método de diseño a desarrollar. Por otra parte, la realización de una encuesta a nivel global enfocada a los mismos usuarios nos puede brindar información a nivel *micro* sobre cómo desarrollar el método de diseño para asegurar su correcta usabilidad y aceptación por parte de los prosumers. Dicha encuesta puede desvelar cómo los prosumers utilizan en la actualidad el diseño modular, lo que nos mostrará cómo debe ser el modelo.

Este apartado, que es el último paso del estudio de campo, presenta el desarrollo y los resultados de una encuesta dirigida a usuarios prosumers y makers. Para lograr que la encuesta sea respondida únicamente por el usuario objetivo, se introducirá una pregunta de prueba al inicio que asegure que sólo la completan aquellos que tengan relación con el entorno prosumer (makers, diseñadores de producto, etc.). Por otra parte, esta encuesta se estructura de forma similar a las entrevistas ya realizadas. No obstante, en este caso debemos tener en cuenta que las respuestas ya no van a ser cualitativas, sino cuantitativas, lo que cambia en gran medida la manera en la que deben formularse las cuestiones.

Finalmente, es necesario que la encuesta llegue al máximo número de usuarios posible con el objetivo de que sus respuestas sean consensuadas, lo que aportará veracidad a los resultados obtenidos. Para lograrlo, se seguirá una estrategia de difusión que tendrá en cuenta los actuales canales de comunicación de estos usuarios, como las redes sociales o las plataformas digitales. A estos canales, se les sumará también la colaboración con asociaciones y grupos makers. Esto incluye explorar el ámbito local a través de los espacios y asociaciones maker ya identificados en Zaragoza, y el ámbito nacional a través de la asistencia a la Maker Faire Bilbao 2019. Por ello, la encuesta desarrollada será enviada también a los entrevistados, valorando al mismo tiempo la opción de crear una versión en inglés para difundirla a nivel mundial en función de la aceptación que tenga la encuesta nacional.

Estructura y estrategia de difusión

La encuesta se estructura de igual forma que las entrevistas, tratando así cuatro cuestiones principales: definir la figura del prosumer, establecer las características del diseño modular, conocer el uso de metodologías de diseño y saber cómo es la aplicación real y potencial del diseño modular en el ámbito maker. Sin embargo, al tratarse de una encuesta las cuestiones debieron ser replanteadas para poder analizarlas cuantitativamente. Además, muchas de ellas se formularon teniendo en cuenta las respuestas de los entrevistados con el objetivo de obtener nueva información más detallada y definida que nos desvelara nuevos requisitos a tener en cuenta a la hora de desarrollar el método de diseño. Así pues, todas las preguntas realizadas en la encuesta se detallan en el *Anexo III* de esta tesis.

Por otra parte, la encuesta se planteó inicialmente para su difusión a nivel nacional. No obstante, dado el alto índice de respuestas que obtuvo y los canales de comunicación disponibles para realizar la difusión a nivel mundial, se desarrollaron dos versiones más: una dirigida a usuarios de Latinoamérica y otra en inglés para difundirla a nivel mundial. Primero se llevó a cabo la versión para Latinoamérica puesto que, en el momento de difundir la encuesta en redes sociales descubrimos que la mayoría correspondían a esta región geográfica. Por ello, pensamos que sería interesante dividir la encuesta con el objetivo de analizar si los resultados variaban al cambiar la procedencia de los usuarios por cuestiones debidas al contexto socio-

cultural. De este modo, en esta versión de la encuesta se introdujo la pregunta “¿Cuál es tu país de procedencia?” para registrar las nacionalidades de las respuestas.

Finalmente, se desarrolló también otra versión de la encuesta en inglés para difundir a nivel mundial. El motivo fue que todas las plataformas digitales donde los makers comparten proyectos son mundiales, por lo que los usuarios pertenecen a todas las nacionalidades y el idioma universal en el que se comunican es el inglés. La principal diferencia de esta encuesta con las otras dos, fue que ésta no estaba dirigida únicamente a usuarios que pertenecieran a alguna organización maker, tal y como se establecía en la pregunta inicial de prueba. En este caso, el rango de usuarios se amplió para admitir también a diseñadores profesionales. El motivo fue que este perfil también puede aportar información relevante a estas cuestiones y, además, muchos de los usuarios de las plataformas no son makers, sino diseñadores de producto. Otro motivo que nos llevó a incluir a estos usuarios fue que la encuesta también sería difundida entre organizaciones mundiales de diseño industrial, por lo que para ello necesitábamos admitir también respuestas de diseñadores.

Antes de lanzar la encuesta, se realizó una breve planificación sobre el proceso de difusión a seguir. Dicho plan comenzó con una serie de pasos básicos a los que se fueron sumando nuevas acciones de acuerdo a los resultados que se iban obteniendo. Así pues, el primer paso fue enviar la encuesta a todos los expertos entrevistados, ya que la mayoría formaban parte o dirigían algún espacio, grupo o asociación maker (ver *Tabla 25. Información principal de los expertos entrevistados.*). Además, muchos de ellos pertenecían a grupos maker de *Telegram* entre los cuales difundieron la encuesta. El siguiente paso fue enviar la encuesta vía email a las asociaciones con las que se estableció contacto en la *Maker Faire Bilbao 2019* (ver lista en el apartado *Aportaciones a la investigación*). Durante esta difusión, también se tuvieron en cuenta las asociaciones locales (*Tabla 17*). Dentro de la planificación inicial se consideró enviar la encuesta a asociaciones asistentes a otras *Makers Faires*, como la de *Barcelona*, y a las asociaciones citadas en la *Tabla 18* y en la *Tabla 19*. No obstante, se consiguieron mejores resultados a través de la difusión a entrevistados que a asociaciones, por lo que se descartó enviar la encuesta a más asociaciones a parte de las ya citadas. Tras esta decisión, se dio por concluida la primera parte de la difusión donde la encuesta logró llegar a diversos grupos y asociaciones makers tanto locales como nacionales.

Dado el alto nivel de comunicación de los makers a través de redes sociales y foros, la difusión de la encuesta continuó a través de estos canales. Primero en *Twitter*, donde algunos de los entrevistados ya habían compartido la encuesta y donde se obtuvieron los mejores resultados de participación hasta el momento. Por ello, se continuó la difusión a través de grupos makers presentes en otras redes sociales como *Facebook* o *LinkedIn*. Al iniciar la difusión en *Facebook*, se detectó que todos los grupos encontrados pertenecían a *Latinoamérica*, por lo que se hizo otra versión de la encuesta para comparar resultados. Paralelamente, en *LinkedIn* todos los grupos tenían un alcance mundial, donde se comunicaban en inglés, por lo que se

desarrolló también otra versión de la encuesta en inglés. Tras finalizar la difusión en redes sociales, se compartió la versión en inglés en las plataformas más comunes entre makers y diseñadores, como *Thingiverse* o *Instructables*. Como último paso de la estrategia de difusión, la encuesta fue enviada por email a múltiples organizaciones de profesionales del diseño industrial de diversos países. La lista de organizaciones y el contacto de cada una de ellas se obtuvo a través de la lista de miembros de BEDA (*Bureau of European Design Associations*) y WDO (*World Design Organization*).

En el apartado *Proceso de difusión del Anexo III* se explica en detalle todo el proceso de difusión, incluyendo los datos de los foros y grupos donde se compartió la encuesta, así como los resultados obtenidos sobre la participación conseguida en cada uno de ellos. A continuación, se muestra una infografía que resume todo el proceso de difusión explicado en los párrafos anteriores.

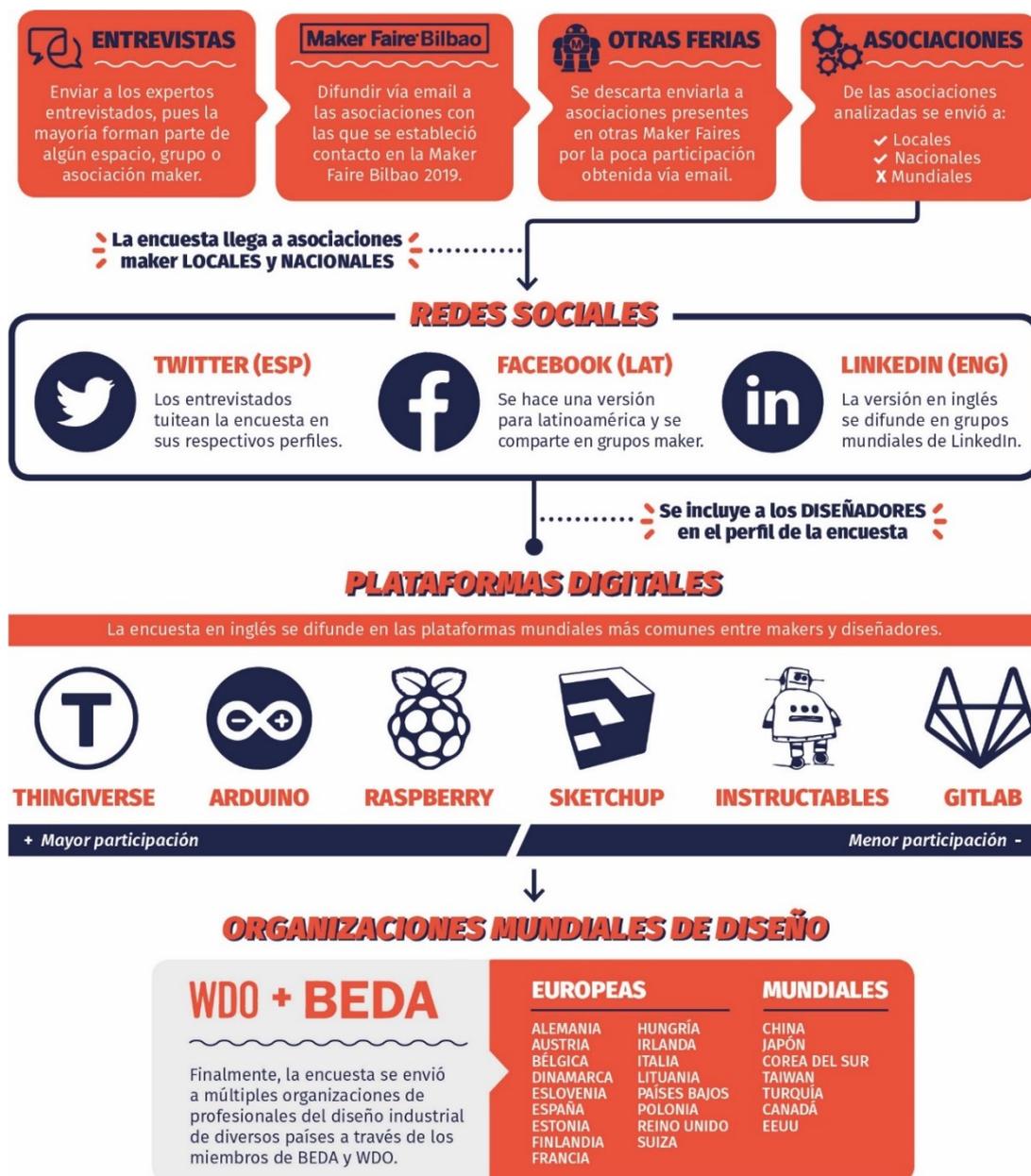


Figura 17. Estrategia de difusión de la encuesta. Infografía para el 23 congreso internacional ICED (Gothenburg, 2021).

Aunque no se puede saber desde donde acceden los encuestados, por coincidencias entre las fechas de respuesta y las fechas en las que se compartió en cada medio se puede saber que los canales de comunicación más eficaces de acuerdo a cada versión de la encuesta realizada han sido los siguientes:

- **España:** Twitter. La difusión en Twitter comenzó a raíz de que dos de los entrevistados (Enrique Torres y Alejandro Juan García) tuitearan la encuesta en sus perfiles personales para difundirla entre otros makers. Esto dio lugar a que otros perfiles públicos con numerosos seguidores como el de *David Cuartielles* (20k), *Ciencia Ciudadana en España* (2,8k) o *EINA Unizar* (8k) la retuitearan, logrando así que la encuesta llegara a muchos más usuarios que encajaban con el perfil buscado. Dado el alto nivel de participación obtenido, se continuó compartiendo la encuesta desde nuestros perfiles personales durante unos días más. Finalmente, *La Hora Maker* (6,4k) también la difundió entre sus seguidores a través de un tuit, concluyendo así la primera fase del proceso de difusión con 124 respuestas en la versión en español de la encuesta.
- **Latinoamérica:** Grupos de Facebook. Dentro del plan de difusión, la búsqueda de foros y grupos en redes sociales como Facebook o LinkedIn era un punto a tener en cuenta dado los buenos resultados obtenidos en Twitter. En la búsqueda de grupos maker en Facebook se detectó que todos los resultados eran de Latinoamérica, por lo que se compartió la correspondiente versión de la encuesta en dichos grupos para comparar los resultados. Por otra parte, la encuesta también se compartió en el *XV Encuentro Latinoamericano de Diseño*, sin embargo, esta versión no estaba dirigida a diseñadores, sólo a makers, por lo que las respuestas más efectivas fueron las obtenidas en los grupos de Facebook.
- **Inglés:** Grupos de Thingiverse. Debido al formato y las normas de otros foros, el más efectivo para alcanzar un mayor número de participantes en la encuesta fue Thingiverse. El principal motivo es que en otras webs (Arduino, Raspberry, Instructables...) la encuesta sólo se pudo compartir una vez (aunque existieran diversos grupos dentro de los foros), puesto que el objetivo de estos grupos era organizar los comentarios y tratar un tema en concreto dentro de un mismo foro general. Sin embargo, en el caso de Thingiverse la creación de grupos tenía el objetivo de tratar diversos intereses como, por ejemplo, videojuegos, Lego o Arduino, siendo cada grupo un subforo independiente.

Resultados obtenidos

Se obtuvieron un total de 291 respuestas: 124 en España, 23 en Latinoamérica y 144 en el resto del mundo. La encuesta se llevó a cabo en 34 países diferentes, donde el mayor número de respuestas se obtuvo en España (135), EE.UU. (40) y Alemania (15). En cuanto a los perfiles de los encuestados, tanto la versión nacional como la

latinoamericana estaban dirigidas sólo a usuarios maker. Sin embargo, en la versión mundial, el 58% eran diseñadores en comparación con el 37% que eran makers. Además, la mayoría de los encuestados estaban familiarizados con organizaciones de maker tanto físicas como virtuales (63% en España, 87% en el mundo y 39% en América Latina). Entre ellas, las más citadas fueron Thingiverse, Makerspaces y Fab Labs particulares, Arduino y Cults 3D.

Se elaboró un informe con los resultados finales de las tres versiones de la encuesta que detallaba todas las respuestas a las preguntas realizadas. El informe fue enviado a todos los encuestados que proporcionaron su correo electrónico, así como a los expertos entrevistados que ayudaron en su difusión. Este documento resume también ciertos aspectos importantes como el objetivo de la encuesta, la línea de investigación en la que se enmarca y el alcance que obtuvo. Las respuestas obtenidas fueron coherentes entre las tres versiones de la encuesta, por lo que se puede concluir que existe un consenso de acuerdo a la opinión de los encuestados sobre los temas tratados en las preguntas.

En el *Anexo III*, se incluye el informe en cuestión que muestra un resumen de los resultados divididos según la estructura principal de la encuesta.

Adopción del diseño modular por prosumers y makers

El objetivo que persiguen los prosumers al crear sus propios productos es difuso. En las tres encuestas, casi la mitad de ellos (~40%) buscan aprender y entretenerse mientras crean productos funcionales. Sin embargo, pocos crean sus propios productos solo con el objetivo de aprender (~10%), mientras que es más frecuente que lo hagan por hobby (~20%) o necesidad (~20%). A pesar de ello, los resultados tienen una gran coincidencia entre las tres encuestas, por lo que podemos concluir que la mayoría busca beneficiarse de los distintos aspectos que ofrece la creación de sus propios productos: aprender, entretenerse y resolver una necesidad. También se observa que la forma más común de compartir proyectos es hacerlos de forma individual y luego subirlos a internet, algo común en la cultura maker. Sin embargo, el 20% de los encuestados dice que en ocasiones lo comparte con personas del mismo ámbito, pero no de forma habitual, lo que está más relacionado con los hábitos del prosumer. Por otro lado, según los resultados de la encuesta, lo menos común es que los usuarios hagan los proyectos de forma individual y solo para su propio uso, sin compartirlos posteriormente.

El porcentaje de usuarios que conocían el diseño modular fue muy superior al esperado, rondando el 90% de los encuestados. Además, su caracterización fue altamente consensuada, especialmente en la encuesta mundial donde se asoció con la *conectividad*, *adaptabilidad*, *intercambiabilidad* y *personalización* del producto. Así podemos concluir que los encuestados saben reconocer el diseño modular y conocen

sus ventajas en el diseño de productos. De hecho, más de la mitad lo había usado alguna vez para crear o modificar sus propios productos con el fin de adaptar, personalizar, actualizar o agregar funciones, entre otros objetivos de diseño. Sin embargo, la forma en que los usuarios utilizan el diseño modular no es clara, lo que evidencia que hay dos formas de hacerlo: una como especificación de diseño desde el inicio del proyecto, y otra como herramienta que brinda solución a un problema que ha surgido durante su desarrollo.

Los métodos de trabajo más utilizados por los prosumers son las nuevas ideas y el rediseño. Son métodos que requieren más intervención sobre el producto que en el caso de la personalización o la copia. Por ello, podemos afirmar que los prosumers aplican la creatividad en los productos que diseñan para lograr nuevas soluciones mediante una intervención libre y sin restricciones. Sin embargo, no están acostumbrados a utilizar metodologías de diseño para lograrlo: solo alrededor del 30% de los encuestados lo hacen. Las investigaciones anteriores, así como los comentarios de los encuestados, respaldan el hecho de que los makers y los prosumers siguen un patrón a la hora de trabajar. A pesar de no considerarlo como una metodología, la aplicación real se basa principalmente en cuatro pasos: observación, análisis, prueba y error.

El desarrollo de un método de diseño para usuarios no especializados puede ser un gran desafío a la hora de saber si el usuario final estaría realmente dispuesto a utilizarlo. En este caso en particular, encontramos que la mayoría de los encuestados no solo usarían el método, sino que también piensan que el diseño modular es una ventaja para el diseño de productos. Pese a ello, el modelo debe adaptarse correctamente a ellos para asegurar su correcta usabilidad y aceptación. Para lograrlo, es necesario saber interpretar las respuestas obtenidas en este estudio. En este sentido, podemos ver que los usuarios, a pesar de no estar muy familiarizados con el uso de metodologías de diseño, están acostumbrados a seguir instrucciones y pautas, por lo que el futuro método de diseño a desarrollar debe ser un híbrido que presente una metodología a través de una serie de pasos. Además, también debe ser un método fácil de entender por usuarios que pertenecen a diferentes disciplinas y que no son especialistas en el diseño de productos.

A la vista de los resultados de la encuesta, el diseño modular debe tratarse como una especificación de diseño en el método, de modo que el usuario final lo tenga en cuenta desde el inicio del proyecto. Su uso se centrará principalmente en las fases de diseño conceptual, que son aquellas en las que el prosumer tiene mayor libertad de intervención sobre el producto y donde puede aplicar un mayor nivel de creatividad. Por otro lado, encontramos que más de la mitad de los encuestados tienen en cuenta todos los aspectos del producto, incluyendo su electrónica, estética, fabricación y montaje, entre otros. Esto significa que están interesados en involucrarse en todo el proceso de diseño, por lo que el futuro método de diseño no

debería estar enfocado en un solo aspecto. Por último, cabe señalar que el modelo también puede ser utilizado por diseñadores. Así, aunque no todos los prosumers son capaces de interpretar y utilizar un método de diseño de producto, cualquier diseñador debería poder utilizar el método de diseño a desarrollar.

El perfil objetivo de los encuestados serían los usuarios no especializados que intervienen de alguna forma en el proceso de los productos que consumen con el fin de satisfacer sus necesidades y deseos. A pesar de que en un principio la encuesta solo estaba dirigida a este perfil porque ser el que se beneficiaría del resultado de la investigación, fue necesario tener en cuenta un punto de vista más profesional que pudiera aportar conocimientos avanzados sobre diseño modular y metodologías. Por esta razón, la decisión de incluir también a profesionales del diseño industrial y de producto en el perfil de la encuesta fue crucial para aportar conocimiento avanzado del diseño modular y las metodologías, así como incrementar el número de respuestas válidas. Como resultado, en la encuesta global el 58% de los encuestados fueron diseñadores y el 37% fueron makers. Además, también es un tipo de usuario susceptible de utilizar el método de diseño ya que, aunque el prosumer no esté habituado al uso de metodologías de diseño, un diseñador puede utilizar una metodología enfocada al prosumer.

El resultado de la investigación se centra en el prosumer por incluir en el término a todos los usuarios que producen parte de los productos que consumen, como los makers. No obstante, aunque el término se utiliza en el ámbito académico, su uso no es frecuente en el ámbito real de aplicación. De hecho, como muestra la encuesta, el término utilizado en su lugar es "maker" (~75%). Además, los resultados muestran que más de la mitad de los encuestados nunca ha oído hablar del término "prosumer" y solo alrededor del 20% lo asocia con el significado que le damos en esta investigación por ser un término con varios significados. Este hecho ya se había identificado durante las entrevistas, por lo que el proceso de difusión se diseñó principalmente pensando en los makers. La razón es que tienen una filosofía profundamente arraigada basada en compartir conocimientos, por lo que la comunicación entre ellos es un pilar fundamental de su cultura. Esto resultó de gran ayuda a la hora de difundir la encuesta, facilitando así que también llegara a prosumers con menor nivel de comunicación que los makers.

Existe una cierta confrontación entre los términos maker y prosumer. Ambos coinciden en su objetivo, pero distan mucho en la forma de conseguirlo. Mientras que un prosumer interviene en un producto de forma individual y sin tener en cuenta a otros prosumers, un maker tiene una filosofía de código abierto basada en compartir y cooperar con otros, lo que marca un claro contraste entre los dos términos. ¿Se puede englobar un término dentro de otro? Inicialmente, consideramos "prosumer" como un término general que engloba una amplia escala de usuarios incluyendo términos como *autoconsumo* (alto nivel de intervención) o *personalización masiva*

(bajo nivel de intervención). En esta escala estarían los makers, diseñadores o hackers, entre otros. Sin embargo, dado que existen coincidencias y diferencias entre el prosumer y el maker, ¿podríamos considerar al prosumer como un maker específico que actúa por sí solo? Está claro que ambos términos van de la mano, pero la cuestión de si uno de ellos engloba al otro puede dar lugar a discusión. Por otro lado, debido a la confusión terminológica y la definición teórica de prosumer, es difícil saber si realmente conocemos a los prosumers actuales. En los últimos años han surgido numerosos términos para referirse a estos usuarios. Desde el bricolaje hasta la tendencia maker, estas corrientes surgen como respuesta al contexto tecnológico y social que incide en las necesidades y forma de trabajar del prosumer.

Los resultados obtenidos en la encuesta pueden considerarse totalmente válidos y veraces debido principalmente a tres factores. El primero es que la encuesta se ha dirigido a usuarios relacionados con el objetivo de la investigación (prosumers, makers y diseñadores), por lo que las respuestas son fiables al haber sido respondidas por usuarios con experiencia en el campo de aplicación. La segunda es que existe un alto nivel de acuerdo entre las tres encuestas en la mayoría de las preguntas. Por tanto, se puede concluir que existe un consenso de acuerdo a la opinión de los encuestados sobre los temas tratados. En este aspecto, al comparar resultados, la versión de la encuesta para Latinoamérica no se ha tomado en la misma consideración porque tiene una tasa de respuesta mucho menor que las otras dos versiones. Y, finalmente, el tercer factor es que la diferente procedencia geográfica de los encuestados, y por tanto el contexto sociocultural, no ha afectado a los resultados. Este aspecto fue especialmente crítico en el caso de la encuesta mundial, donde hubiera sido más difícil identificar posibles diferencias a pesar de haber registrado el país de origen de los encuestados.

Los prosumers y los makers no adoptan métodos de diseño, que han demostrado ser válidos y efectivos, probablemente porque no utilizan métodos. Esto puede deberse a que son usuarios no especializados que crean sus propios métodos o imitan inconscientemente otros, por lo que no consideran que sigan uno en concreto. Este hecho puede cambiar con usuarios que tengan una base más teórica y una mayor relación con el uso de metodologías, como los diseñadores. Se ha observado que los makers y prosumers actúan con libertad y sin reglas, aunque siguen instrucciones, como es el caso de los tutoriales. Si intentamos establecer un canon con un método de diseño rígido, fracasaremos. La encuesta muestra resultados contradictorios: los usuarios no suelen utilizar metodologías, pero la mayoría estarían dispuestos a utilizar una basada en diseño modular. Podemos concluir que los usuarios están dispuestos a hacer el esfuerzo de utilizar una nueva metodología para aprovechar sus beneficios y resultados. Por ello, para asegurar el éxito del modelo, no solo debe adaptarse a las necesidades y características de los prosumers y makers, sino que también debe generar un gran interés en ellos.

Aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





**APLICACIÓN DEL
DISEÑO MODULAR EN
EL ÁMBITO PROSUMER**

APLICACIÓN DEL DISEÑO MODULAR EN EL ÁMBITO PROSUMER

La evolución de los hábitos de consumo es uno de los principales retos sociales que deben afrontar los diseñadores de producto y los makers. Ciertos factores como la economía circular o las nuevas tecnologías están condicionando la forma en que se diseñan los productos y servicios (den Hollander, Bakker, & Hultink, 2017). En este sentido, existe una tendencia a que los usuarios finales se involucren en las fases de diseño y fabricación de sus propios productos, dando lugar a fenómenos como la creciente corriente maker (Papavlasopoulou, Giannakos, & Jaccheri, 2017). El actual contexto tecnológico y social, con factores como los avances en las tecnologías de la comunicación (TIC) y la fabricación ágil (Halassi, Semeijn, & Kiratli, 2019) así como la democratización del proceso creativo y su acercamiento a usuarios no especializados (Val Fiel, 2016), han resultado idóneos para favorecer la presencia de la cultura maker y los usuarios prosumer. De la misma forma, las herramientas disponibles para ello han evolucionado y se han adaptado para ser utilizadas por usuarios que buscan crear sus propias soluciones. Esto ha permitido incluir al usuario final en el proceso creativo a través de la co-creación, la personalización y la fabricación de sus propios productos al proporcionar medios de producción efectivos y fáciles de usar (Asión-Suñer & López-Forniés, 2020). Los productos resultantes responden a necesidades latentes que pueden aparecer antes de adquirir el producto o durante su ciclo de vida, propiciando la búsqueda de productos adaptables y personalizables que sean incluso capaces de crecer (Zheng, Xu, Yu, & Liu, 2017). Es necesario adaptar el proceso de diseño a estos nuevos usuarios que buscan crear sus propios productos a través de la evolución de los recursos de los que ya disponemos.

Algunas tecnologías y herramientas, como Arduino o la impresión 3D, se han vuelto populares entre los usuarios por su fácil acceso, usabilidad y aprendizaje (Souza & Sato, 2019). Sin embargo, todavía existen métodos de diseño que podrían satisfacer a estos usuarios, pero que no han evolucionado en esta dirección. Es el caso del diseño modular, que ofrece una serie de ventajas directamente relacionadas con las necesidades de los usuarios actuales, pero que apenas se han aprovechado para beneficiarlos. Pese a las ventajas que puede aportar el diseño modular en el ámbito prosumer, todavía no se ha estudiado la posibilidad de enfocar su aplicación a este tipo de usuario. Algunos de sus beneficios, como la adaptabilidad, la variedad de productos o la independencia funcional, pueden facilitar notablemente la inclusión del usuario en el proceso creativo. Sin embargo, el desarrollo del diseño modular se ha orientado a la producción flexible y la reducción de tiempos y costes de fabricación (Tarek AlGeddawy & ElMaraghy, 2013; Favi & Germani, 2012; You & Smith, 2016), aspectos relacionados con el desarrollo del producto que quedan ocultos al consumidor.

Esto hace que el usuario final no disponga de conocimientos y recursos suficientes para explotar los beneficios del diseño modular con el objetivo de cubrir sus propias necesidades y demandas. Por tanto, en la actualidad el diseño modular rara vez satisface las necesidades del usuario que tienen lugar en el ciclo de vida del producto, como el mantenimiento o las actualizaciones. Cuando lo hace, es de una forma superficial que responde más a un aspecto estético que funcional. El diseño modular puede ofrecer mucho más, brindando productos que se adapten al contexto actual.

El presente capítulo tiene por objetivo analizar y evolucionar la aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer dado que ninguno de los métodos de diseño modular desarrollados se centra en estos usuarios. Además, también se ha detectado una falta de métodos de diseño modular en las fases conceptuales de diseño. Por otro lado, los métodos encontrados están dirigidos a perfiles especializados, como ingenieros o diseñadores industriales, sin tener en cuenta los usuarios finales que podrían beneficiarse de ellos y la posterior usabilidad que darán al producto.

Para ello, el capítulo se estructura en seis etapas: análisis de los métodos de diseño modular y de prosumer; uso actual del diseño modular enfocado al prosumer; propuesta de un nuevo método de diseño; acercamiento del diseño a usuarios no especializados; experimentación en un proyecto real; y desarrollo y aplicación de un método de evaluación. El capítulo finaliza con una serie de conclusiones sobre la experimentación y el método de evaluación desarrollado que exponen cuál es su efectividad, funcionamiento y posibles mejoras a implementar en un futuro desarrollo, llegando así al final de la línea de investigación tratada en esta tesis.

Las dos primeras etapas analizan la aplicación del diseño modular enfocado al prosumer a través de una revisión de métodos y casos reales. En las fases previas de la investigación, se ha estudiado al diseño modular y al usuario prosumer de forma independiente. A pesar de haber establecido conexiones entre ambos, no se ha llegado a analizar su aplicación conjunta. Por ello, la primera etapa analiza los métodos de diseño modular y de prosumer citados a lo largo de esta investigación, mientras que la segunda define cuál es el vínculo actual y potencial entre los dos ámbitos.

La tercera y cuarta etapa proponen y definen una serie de pautas para el desarrollo de futuros métodos de diseño en este ámbito. Ante la falta de métodos de diseño modular centrados en el prosumer, se ha considerado necesario establecer unas bases, requisitos y objetivos que faciliten el desarrollo de nuevos métodos. También se realiza una propuesta concreta a través de un guion que introduce los pasos principales a seguir. Además, la cuarta etapa analiza y propone cómo acercar los métodos de diseño al ámbito prosumer. Se define un estilo gráfico y comunicativo que facilita la aproximación de estos métodos a un público no especializado. Estos resultados contribuyen de una forma más amplia al ámbito académico al tratar una serie de aspectos que mejoran la usabilidad y aceptación de futuros métodos.

La quinta etapa aplica del diseño modular en el ámbito prosumer a través de un proyecto real. Primero se busca un escenario en el que realizar la experimentación. Tras valorar y descartar algunas opciones, la aplicación se realiza a través de la dirección de un Trabajo Fin de Estudios cuyo objetivo es el diseño y desarrollo de un nuevo producto con estas características. La experimentación se lleva a cabo a través de dos aplicaciones: una grupal, en dos talleres de diseño realizados en la fase conceptual del proyecto; y una individual, en el desarrollo del concepto elegido por parte del autor del trabajo. Esta experimentación permite valorar factores como la comprensión de los términos por parte de los usuarios y su capacidad para aplicarlos en el diseño de un producto. Además, también ofrece resultados de calidad para el desarrollo de un método de evaluación en la última fase del capítulo.

Finalmente, la sexta etapa propone, desarrolla y valida un método de evaluación de productos modulares centrados en el prosumer. Esta métrica se basa en la caracterización del diseño modular (ver *Capítulo 2*) para elaborar un checklist aplicable tanto en conceptos que están en las primeras fases de diseño, como en productos comercializados. El método se aplica primero de forma interna a 35 productos reales y, posteriormente, es optimizado y validado por 24 usuarios externos. El capítulo concluye así con la valoración del método de evaluación y la definición de una serie de aspectos a evolucionar en futuras fases de desarrollo.

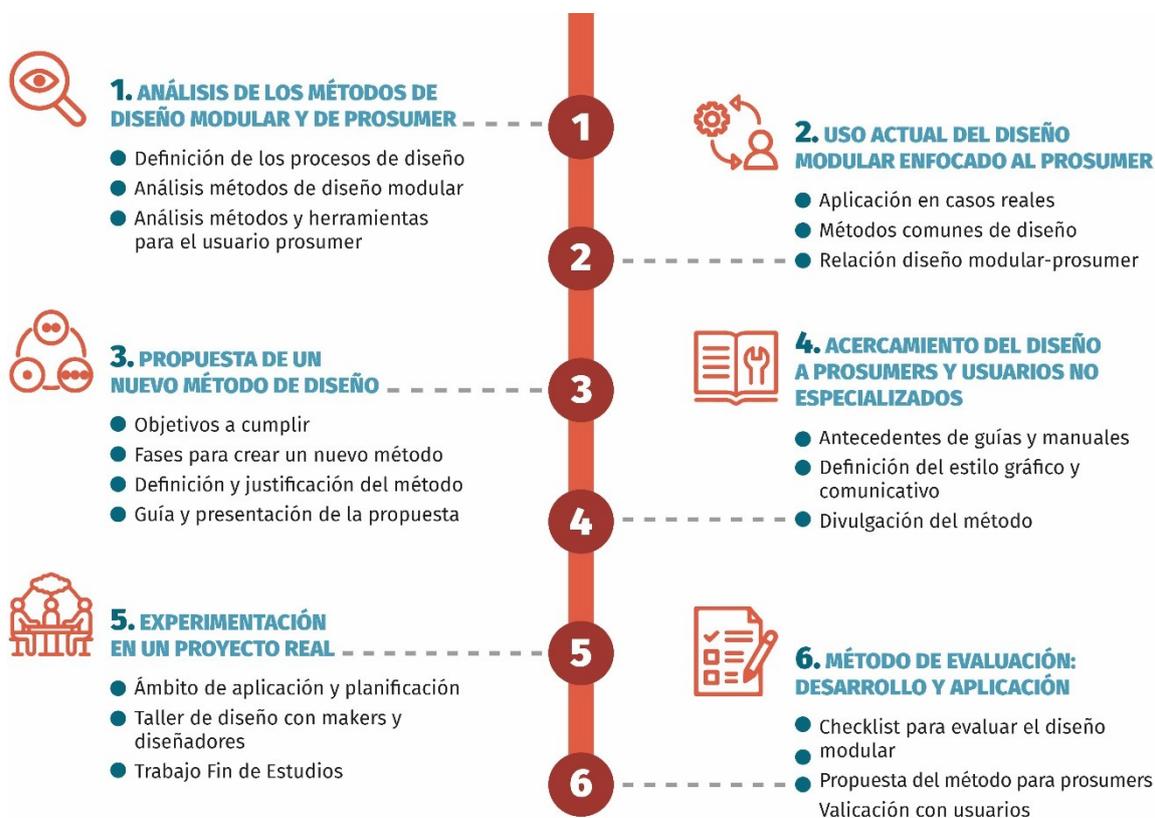


Figura 18. Infografía de la propuesta de aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer.

Análisis de los métodos de diseño modular y de prosumer

A lo largo de esta investigación se ha identificado que el diseño modular es una herramienta potencial para la participación de los prosumers en el proceso creativo. La creación de nuevos métodos de diseño modular para prosumers puede responder a las necesidades de estos usuarios mientras se explotan las ventajas del diseño modular. Sin embargo, la evolución de los actuales métodos no se ha centrado en el usuario final. A continuación, se recopilan todos los métodos de diseño modular y de prosumer identificados en esta investigación para analizarlos a lo largo de un proceso de diseño previamente definido. Dicho análisis contribuirá a la obtención de una serie de conclusiones sobre la situación actual de estos métodos, así como su potencial uso conjunto en nuevos modelos o métodos. Para ello, primero se definen los procesos de diseño modular y de creación de productos para el prosumer. Posteriormente, se analizan por separado los métodos y herramientas de diseño modular y de prosumer desarrollados hasta la fecha.

Esta sección no establece una relación directa entre ambos términos, pero sirve como preámbulo para conocer el contexto actual en cada una de las dos áreas. El análisis se lleva a cabo con un doble objetivo: el primero, comprobar en qué fases del proceso de diseño existe actualmente una falta de métodos de diseño modular y de prosumer; y, el segundo, identificar qué métodos actuales pueden servir como referencia para aplicar correctamente ambos términos. En el caso de los métodos de diseño para el prosumer, debido a la limitada literatura encontrada y a la fecha de la revisión (Asión-Suñer & López-Forniés, 2021c), se decidió no extender la búsqueda, concluyendo que las referencias eran lo suficientemente recientes y completas. En cuanto a los métodos de diseño modular, la literatura es muy extensa y sobrepasa los límites de este estudio. Solo se tomaron los métodos ya identificados previamente, incluidos aquellos métodos de referencia que otros autores consideran imprescindibles para la aplicación del diseño modular. Tras detectar una ausencia de métodos en las fases conceptuales de diseño, se amplió la búsqueda para encontrar nuevos métodos en estas fases, pero no se obtuvieron nuevos resultados.

Definición del proceso de diseño modular y de prosumer

Para elaborar el diagrama que define el proceso de diseño modular y creación de productos para el prosumer, se han tomado como referencia los modelos definidos y consensuados por otros autores (Abowardah, 2016; Asimow, 1962; Bobbe, Krzywinski, & Woelfel, 2016; Ledyard Stebbins, 1973) que dividen el ciclo de vida del producto en ocho fases:



Figura 19. División del proceso de diseño en ocho fases de acuerdo al criterio de otros autores.

Estas fases aportan una mayor precisión dentro del proceso al tratarse de subfases de las etapas generales definidas por otros autores (Cao & Folan, 2012; Jones, 1970; Ledyard Stebbins, 1973). Dichas etapas pueden dividirse en: viabilidad, diseño preliminar, diseño detallado y planificación (Jones, 1970). La primera (viabilidad) se basa en la recogida de información. De ella derivan una serie de alternativas de diseño de las cuales se selecciona una en la siguiente fase (diseño preliminar) para su futuro desarrollo. Cuando este diseño ha llegado a un punto suficiente de desarrollo, se pasa a la fase de diseño detallado. Normalmente las dos últimas fases pueden trabajarse en paralelo.

FASE	INGENIERÍA	ARQUITECTURA
1.	Viabilidad Encontrar un conjunto de conceptos factibles	1. Comienzo 2. Factibilidad 3. Esquema de propuestas
2.	Diseño preliminar Selección y desarrollo del mejor concepto	4. Diseño de sistema
3.	Diseño detallado Una descripción de ingeniería del concepto	5. Diseño de detalle
4.	Planificación Evaluar y modificar el concepto para adaptarlo a los requisitos de producción, distribución, consumo y eliminación del producto.	6. Información de producción 7. Cuenta de cantidades 8. Acción de oferta 9. Planificación de proyecto 10. Operación en el sitio 11. Final de proyecto 12. Feedback

Figura 20. Esquema obtenido de "Design Methods" (Jones, 1970).

Para organizar la información recopilada y establecer una relación con los métodos a analizar, se ha elaborado un diagrama que muestra dichas etapas de acuerdo a las fuentes consultadas (Figura 21). El objetivo es definir en detalle el proceso de diseño modular y de creación de productos para prosumer asignando a cada fase objetivos específicos de ambos procesos de diseño. Esto no quiere decir que las metodologías de diseño modular y de prosumer no compartan las mismas fases del proceso de diseño que el resto de metodologías. Únicamente, se establece una relación que detalla los pasos propios de cada metodología en cada fase del proceso. Esto nos ayudará a clasificar los métodos de diseño de acuerdo a la relación de sus objetivos principales con las diferentes fases del proceso.

CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO	DISEÑO PRELIMINAR				PRODUCCIÓN	CONSUMO		
	NECESIDADES PRIMARIAS	ESTUDIO DE VIABILIDAD	DISEÑO PRELIMINAR	DISEÑO DETALLADO	PLAN DE			
					PRODUCCIÓN	DISTRIBUCIÓN	CONSUMO	ELIMINACIÓN
DISEÑO MODULAR	Estandarización	Medir la modularidad — Identificar grupos funcionales	—	Buscar la modularidad — Independencia funcional (sistemas complejos) — Identificar módulos — Desarrollar arquitecturas de producto — Optimizar sistemas multifunción	Optimizar la fabricación y el montaje — Variedad de productos — Creación de plataformas de producto — Familia de productos	Transporte por partes (módulos)	Percibir imagen de marca — Optimización del servicio	Análisis de reciclabilidad — Reutilizar y reciclar
PROSUMER	Identificar nuevos deseos y necesidades	Elegir/votar un nuevo producto — Identificar y aprovechar las tendencias — Prototipar — Estudiar nuevos lanzamientos	Generar nuevas ideas — Innovar — Intercambiar ideas (co-diseñar)	Desarrollar partes de un producto (3D, CAD) — Customización única — Analizar y transformar (Prueba y error)	Seleccionar características — Fabricar en un taller o en casa (DIY) — Aprender a ensamblar y/o ensamblar	Compartir proyectos online	Adaptar el producto — Actualizar — Hackear funciones	Reutilizar y reciclar

Figura 21. Fases y su relación con los objetivos de diseño modular y de prosumer.

Como se puede observar en el proceso de diseño modular (Figura 21), las fases con más objetivos son la fase de *diseño detallado* y la de *plan de producción*. También encontramos objetivos en el *estudio de la viabilidad*, el *plan de consumo* y de *eliminación*, mientras que no existen objetivos para las *necesidades primarias*, el *diseño preliminar* y el *plan de distribución*. Por otro lado, en el proceso de creación de productos para prosumers, se detecta que existe una gran variedad de objetivos y herramientas para el prosumer en todas las fases del proceso de diseño por su capacidad de intervenir en todos los niveles. No obstante, su presencia es mayor en la fabricación y transformación del producto. Concretamente, en la fase de prediseño, la mayoría de objetivos se centran en estudiar la viabilidad del desarrollo de un producto con la finalidad de asegurar su éxito en lugar de satisfacer las necesidades reales del prosumer. Esto se debe a que estos análisis buscan obtener un beneficio económico antes que optimizar el aspecto emocional y social del producto.

Análisis de los métodos de diseño modular

A continuación, se analiza la relación entre los métodos de diseño modular y la fase en la que se utiliza cada uno de ellos. Esto nos permitirá establecer diferencias entre el uso de los métodos dentro de cada fase general en función de sus objetivos de diseño. Además de ubicar cada método en su fase de uso, se han utilizado tres colores para diferenciar los métodos considerados esenciales, interesantes y potenciales para lograr el objetivo planteado en esta investigación. En primer lugar, aparecen en rojo aquellos métodos que son esenciales para aplicar la metodología de diseño modular por ser la base de los demás métodos o por la frecuencia de su uso que hace que resulten imprescindibles. En caso de querer desarrollar un modelo metodológico, la presencia de estos métodos aseguraría la correcta aplicación de metodología de diseño modular. En segundo lugar, se han destacado en amarillo aquellos métodos considerados interesantes si se adaptan con pequeñas modificaciones al objetivo de esta investigación. Y, finalmente, se han destacado en verde aquellos métodos que se pueden utilizar de forma potencial tanto para diseño modular como para prosumer al mismo tiempo.

DISEÑO PRELIMINAR				PRODUCCIÓN		CONSUMO	
NECESIDADES PRIMARIAS	ESTUDIO DE VIABILIDAD	DISEÑO PRELIMINAR	DISEÑO DETALLADO	PLAN DE			
				PRODUCCIÓN	DISTRIBUCIÓN	CONSUMO	ELIMINACIÓN
	Cluster identification algorithm		Método de desarrollo evolutivo y cambio de características	Design for Manufacture and Assembly (DFM/DFA)		Brand modularity matrix	Fishbone diagram for disassembly
	Function Analysis Systems Technique (FAST)		Ulrich and Eppinger Modular Product Design	Object-process methodology (OPM)		Modelo conceptual para plataformas de servicios modulares	Método para ayudar a agrupar componentes en módulos separables
	Quality function deployment (QFD)		Modular Function Deployment (MFD)	Método centrado en la plataforma de producto			
	Design Structure Matrix (DSM)		Método para rediseñar un producto eliminando, reorganizando o cambiando componentes y módulos	The Holonic Product Design Methodology			
	The modularization function		Function Structure Heuristics	Método centrado en la plataforma de productos y el diseño de familias de productos			
	FAS Method (Function, Assembly, Space)		Quantitative functional model	Design For Variety method (DFV)			
			Optimization-based method	Multi-objective particle swarm optimization (MOPSO)			
			R-IGTA (basado en DSM y MFD)	Método para el diseño de arquitecturas modulares y modificables			
			Engineering Change Forecast (ECF) matrix				
			Método de diseño modular multiobjetivo para crear módulos independientes altamente diferenciados	Modular product family concept development			
			Multi-objective optimization framework	Metodología para productos modulares (con DFA)			

- Potencial uso para prosumer
- Interesante si se adapta
- Esencial para aplicar diseño modular

Figura 22. Análisis de los métodos de diseño modular según las fases del proceso.

En la Figura 22 han sido ubicados un total de 31 métodos de diseño modular. Como se puede observar, se detecta una evidente ausencia de métodos en las fases de identificación de necesidades primarias, diseño preliminar y plan de distribución. No obstante, algunos de los métodos citados afectan indirectamente a la fase de

distribución, aunque no sea su objetivo principal. No sucede lo mismo con la fase de diseño preliminar, donde ningún método ha sido desarrollado con el objetivo de ser aplicado en la conceptualización del producto. En su lugar, la mayoría de métodos, 21 concretamente, actúan en la fase de desarrollo de diseño con una presencia equitativa entre las sub-fases de diseño detallado y plan de producción. Esta conclusión ya se había obtenido previamente durante el desarrollo de la investigación, pero ahora resulta más evidente al ubicar todos los métodos en el proceso de diseño de producto. Finalmente, observamos también que la presencia de métodos en la fase de consumo es limitada, concluyendo que el usuario final apenas puede tomar parte en la transformación de sus propios productos a través del diseño modular.

Se detectan cuatro métodos esenciales para aplicar diseño modular por ser la base en la creación de otros métodos. Este hecho también está respaldado por el número de citas y el año de publicación de estos métodos. Dos de ellos tienen como objetivo identificar grupos funcionales (estudio de viabilidad), mientras que los otros dos buscan el desarrollo de módulos para modularizar productos (diseño detallado). Por otra parte, la mayoría de los métodos interesantes y potenciales se encuentran en la fase del plan de producción. Se han identificado tres métodos que podrían resultar de interés si fueran adaptados a otros objetivos o fases de diseño (Martin & Ishii, 2002; Simpson et al., 2001; Wixson & Cvs, 1999). Dos de ellos se encuentran en el plan de producción y sus objetivos incluyen el desarrollo de accesorios intercambiables y la creación de productos modulares fáciles de usar para el cliente. Ambos métodos serían interesantes si evolucionaran para ser aplicados en la fase de consumo por parte del usuario final. El otro método identificado se ubica en la fase de consumo y se centra en la marca y la estética sensorial, pero podría ser de interés si su objetivo también fuera funcional. Finalmente, se detectan tres métodos con un uso potencial para el prosumer que pueden mejorar su relación con el diseño modular a través de la variedad de productos, la atención a la demanda del consumidor y la creación de familias de productos (ElMaraghy & AlGeddawy, 2015; Kevin Norbert Otto, 2014; Stone, McAdams, & Kayyalethekkel, 2004). La mayoría de métodos interesantes y potenciales se ubican en la fase de plan de producción donde se lleva a cabo la fabricación del producto.

Análisis de los métodos y herramientas para el prosumer

En la Figura 23 se incluyen un total de 29 métodos y herramientas usados en la creación de productos para el usuario prosumer. Igual que en la Figura 22, se han utilizado una serie de colores para resaltar algunos de los métodos analizados. En este caso, los métodos esenciales para el prosumer se resaltan en rojo, los métodos interesantes en amarillo y los métodos que tienen un uso potencial con diseño modular se resaltan en verde. A diferencia de la Figura 22, en la Figura 23 hay varios métodos resaltados en más de un color porque cumplen más de una condición al mismo tiempo.

DISEÑO PRELIMINAR				PRODUCCIÓN	CONSUMO		
NECESIDADES PRIMARIAS	ESTUDIO DE VIABILIDAD	DISEÑO PRELIMINAR	DISEÑO DETALLADO	PLAN DE			
				PRODUCCIÓN	DISTRIBUCIÓN	CONSUMO	ELIMINACIÓN
Focus group	Crowdfunding, votaciones y competiciones	Nuevas ideas, innovación	Software de diseño 3D y CAD	Customización masiva	Open Access y plataformas digitales	Adaptación a un nuevo entorno o forma de uso	Reutilización de piezas
Guidelines for Finding Lead User Like Behavior for Latent Need Discovery	Lead-User Method	Intercambio de ideas (co-diseño)	Herramientas digitales para crear/personalizar	DIY		Actualización de componentes	Reciclaje (segunda vida)
	Prototipado rápido	Method to optimize assemblability of industrial product in early design phase	Prueba y error	Impresión 3D		Hackeo de piezas y funcionalidades (nuevo uso)	
	Entornos virtuales, simulaciones		Rediseño	Tutoriales e instrucciones			
	User-centered translation method		Method to work with end users to create personalized products by CAD modelling				
	Mixed reality tool for end-users participation in early design tasks		New Service Development Method for Prosumer Environments				
	Using elderly as lead users for universal engineering design						
	Design Evaluation and Assessment System						

Potencial uso con diseño modular
 Interesante si se adapta
 Esencial para prosumer

Figura 23. Análisis de los métodos para el prosumer según las fases del proceso.

Como ya se había observado previamente en la Figura 21, existe una variedad muy uniforme de métodos a lo largo de todas las fases del proceso. Se detecta una presencia mayor en el estudio de viabilidad, diseño detallado y plan de producción, estas dos últimas fases pertenecientes a la etapa de desarrollo del producto. La fase con mayor ausencia de métodos es la del plan de distribución, donde sólo se identifica un método basado en compartir los recursos a través de plataformas online y el acceso abierto, algo muy arraigado a la filosofía maker. Por otra parte, la mayoría de métodos del ámbito académico se ubican en el estudio de viabilidad, pues su objetivo es analizar la factibilidad del desarrollo de un producto a través del estudio de los usuarios finales.

Se identifican numerosos métodos esenciales para la creación de productos para el prosumer por la alta frecuencia de su uso. Aunque no pueden considerarse totalmente imprescindibles, sí son de gran relevancia para lograr productos orientados a este tipo de usuarios. Es necesario tener este aspecto presente si se desea crear un modelo metodológico, pues estas herramientas, como el bricolaje y los tutoriales, y métodos, como el rediseño, están muy presentes en la metodología prosumer. También se han identificado 6 métodos de interés para futuros modelos o métodos de diseño, entre los que destacan la impresión 3D y los métodos centrados en los consumidores finales. Finalmente, hay 10 métodos y herramientas que pueden ser potencialmente utilizados junto con el diseño modular, donde cinco de ellos son al mismo tiempo métodos esenciales. Por este motivo, podemos concluir que la implementación de los métodos y herramientas que son al mismo tiempo esenciales y potenciales, son imprescindibles para unir prosumer y diseño modular en futuros métodos de diseño. Estos cinco métodos y herramientas son: nueva idea/innovación,

bricolaje (DIY), adaptación, actualización y reutilización. En concreto, estos tres últimos también se identifican más adelante en la Figura 24 como objetivos comunes de diseño entre prosumers y diseño modular.

El análisis de métodos y herramientas de diseño modular y de prosumer muestra una clara falta de métodos en las fases de necesidades primarias, diseño preliminar y plan de distribución. Mientras la distribución se beneficia de algunos de los métodos a pesar de no ser su objetivo principal, ningún método cubre la fase de diseño conceptual. Esta carencia también se percibe en la definición del proceso de diseño modular, donde actualmente no existen objetivos de diseño para estas fases. Esto evidencia la necesidad de crear un modelo dirigido a estas fases, ya que son también las fases que permiten una mayor intervención e innovación en el diseño final del producto. La creación de nuevos modelos de diseño en esta línea también contribuiría a la generación de nuevos objetivos de diseño en el proceso de diseño modular que no se han cubierto hasta ahora.

Uso actual del diseño modular enfocado al prosumer

Desde que Alvin Toffler acuñara por primera vez el término *prosumer* (Toffler, 1980), han tenido que pasar varias décadas para que el contexto fuera el idóneo para el desarrollo de esta figura. Factores como la emergencia de la fabricación digital, la tendencia maker o la progresiva red de plataformas y servicios, han permitido incluir al usuario final en el proceso creativo de sus productos (Val Fiel, 2016). Estas acciones a menudo responden a deseos y necesidades relacionados con el usuario, pero también a causas externas como el desarrollo de nuevas tecnologías (Kotler, 1986). El progreso en las TIC ha permitido a los consumidores crear bienes en el ámbito digital, iniciando así su transformación a prosumers (Rayna et al., 2015).

Sin embargo, el uso de herramientas físicas se ha limitado a la impresión 3D (Rayna et al., 2015). En este aspecto, el diseño modular es una herramienta idónea que puede favorecer la participación del usuario final en el proceso creativo (Bonvoisin et al., 2016; Fettermann & Echeveste, 2014). Puede aplicarse como un enfoque de diseño adaptado para construir productos con múltiples componentes, permitiendo un rápido reemplazo y personalización. Estudios recientes evidencian que la clave para alcanzar una personalización de bajo coste es implementar el diseño modular para satisfacer las necesidades del cliente (Li, H; Ji, Y; Li, 2018; Siiskonen, Malmqvist, & Folestad, 2021). Pero sus beneficios no se restringen sólo a las fases previas al consumo. El diseño modular también permite realizar cambios sobre el producto a través de la inclusión de futuras actualizaciones o complementos (Zheng, Yu, Wang, Zhong, & Xu, 2017). Así, el prosumer podría aprovechar las ventajas de todas estas características para intervenir en el producto a través del diseño, fabricación o ensamblaje de sus propios módulos.

A pesar de los evidentes beneficios que puede aportar el diseño modular en el ámbito prosumer, la posibilidad de centrar su aplicación en este tipo de usuarios todavía no ha sido estudiada. En su lugar, los métodos existentes se han orientado al desarrollo y fabricación del producto desde el punto de vista de la industria (Tarek AlGeddawy & ElMaraghy, 2013; Eppinger & Browning, 2012; You & Smith, 2016). Esto hace que el usuario final apenas pueda explotar los beneficios del diseño modular ni en la fase previa a la adquisición del producto ni durante su ciclo de vida útil. Cuando lo hacen, es solo una consecuencia de la modularización en la que el usuario se beneficia de algún aspecto como la personalización o la sustitución de componentes. Esto no permite a un alto nivel de intervención donde el usuario obtiene un producto único diseñado o fabricado por él mismo.

Por este motivo, el presente apartado define la aplicabilidad del diseño modular en el ámbito prosumer. Para ello se exponen una serie de casos reales y métodos de diseño donde el diseño modular se centra en el prosumer, abarcando así ambos términos bajo la misma perspectiva. Esto permite establecer su vínculo actual y potencial basándose en las ventajas que ofrece el diseño modular para afrontar las necesidades del prosumer. De este modo, el presente análisis muestra los beneficios de crear nuevos métodos de diseño modular enfocados a los prosumers y cómo deberían ser para responder a las necesidades de estos usuarios.

Aplicación en casos reales

Para la búsqueda de casos se ha partido de los casos anteriormente recopilados de diseño modular (ver *¿Quién lo aplica?*) (Asión-Suñer & López-Forniés, 2019) y de prosumer (ver *Métodos de diseño y fabricación para prosumer*) (Asión-Suñer & López-Forniés, 2020) por separado, identificando aquellos casos que tenían ambos en común. Dado que el número resultante no era representativo, se extendió la búsqueda usando palabras clave como “customización” o “modular” en plataformas de tecnología, diseño industrial y crowdfunding, como Kickstarter, Yanko Design, Xataka y Google.

La información recopilada ha sido sintetizada en tablas (Tabla 26 y Tabla 27) que muestran la siguiente información: nombre del producto o método, autor y fecha de creación, breve descripción, objetivo que persigue y fase en la que el usuario hace uso del diseño modular. Se han diferenciado cuatro objetivos posibles: *personalización* (P), si el usuario introduce cambios en el producto que responden a un deseo más que a una necesidad; *adaptación* (A), si el producto es modificado para hacer frente a una necesidad durante su uso; *evolución* (E), si se le añaden nuevos módulos complementarios o se actualizan los existentes; o *coste* (C), si el objetivo es abaratar el precio final del producto al permitir al usuario adquirir sólo los módulos que necesita. Cada caso o método puede cumplir varios objetivos al mismo tiempo. Por otra parte, también se han diferenciado dos fases en las que el usuario puede intervenir: *fase previa* a la adquisición del producto (P), que incluye fases como la de

diseño, desarrollo y fabricación del producto; o *fase de uso* (U), desde que el usuario compra el producto hasta el final de su uso.

A continuación, la Tabla 26 expone una serie de casos reales de diseño modular para prosumer. Durante la búsqueda, se identificó que los casos encontrados podían agruparse en cuatro sectores industriales: doméstico (D), textil (T), juguetero (J) y electrónico (E). Se descartaron aquellos casos que solo usaban la modularidad para optimizar la fabricación y el desarrollo del producto, analizando un total de ocho casos—dos por sector. A pesar de que en los sectores juguetero (Yanko Design, 2020) y electrónico (Hakkens, 2019) se encontraron algunos casos más, no se han incluido en el estudio debido a que coincidían con los citados en sus objetivos y fases de intervención al tratarse de productos similares, por lo que no aportaban más información para el análisis.

Finalmente, los casos presentados muestran ejemplos de productos donde el usuario final puede intervenir en parte del proceso (diseño, montaje, evolución, reemplazo...) a través del diseño modular. Hay otros sectores industriales que no han sido incluidos por no tener una gran presencia en el mercado, pero que están en desarrollo en el ámbito académico. Este es el caso del sector del automóvil (ElMaraghy & AlGeddawy, 2015; Escribano-García, Corral-Bobadilla, Somovilla-Gómez, Lostado-Lorza, & Ahmed, 2021) y del sector médico (Kumar et al., 2019; Ramírez-Rios et al., 2021), que utilizan el diseño modular para adaptar el producto al usuario final.

Producto	Autor y fecha	Descripción	Objetivo	Fase
(D) Swidget (Swidget, 2020)	Swidget Corp., 2018 (Kanata, Canada)	Hardware modular para Smart Homes con módulos que se conectan a los enchufes	A + E	P
(D) Freecube (Freecube, 2018)	Avatar Controls, 2017 (Irvine, USA)	Centro de comando con diversos módulos: regleta, cargador, altavoz, luces...	P + E + C	P
(T) Ki Ecobe (Ecobe, 2017)	INNUS KOREA Co., 2017 (Busan, South Korea)	Calzado con 5 módulos combinables: correa, bota, suela, cordones y plantilla.	P	P
(T) Bloqbag (Bloqbag, 2020)	Bloqbag, 2017 (New Jersey, USA)	Mochila modular con bolsillos de diversos tamaños y formas que se unen a una base	P + A + E	P + U
(J) Cubelets (Robotics, 2020)	Modular Robotics, 2012 (Pittsburgh, USA)	Robótica modular con paquetes de software dentro de bloques de hardware (módulos)	A	U
(J) Makeblock (Makeblock, 2020)	Distintiva S.Coop., 2017 (Vitoria, Spain)	Kit de robótica basada en 8 módulos multifuncionales que se conectan	A	U
(E) Youmo (Youmo, 2018)	Youmo Power, 2016 (Munich, Germany)	Regleta modular de carga múltiple con 11 módulos de diferentes opciones de energía	A + E	P + U
(E) Fairphone (Fairphone, 2020)	Fairphone B.V., 2015 (Amsterdam, Netherlands)	Móvil con módulos configurables: batería, cámara, pantalla, altavoz, funda...	E + C	P

Tabla 26. Casos reales de diseño modular para prosumer.

Los objetivos más comunes en el estudio de casos reales son la adaptación y la evolución del producto, mientras que es menos habitual utilizar el diseño modular para reducir costes o personalizarlo. No obstante, cada objetivo tiene cierta relación con cada sector industrial analizado. Se detecta que en el sector textil se busca la personalización y que en los sectores domótico y electrónico prima más la evolución, mientras que en todos los sectores se aprecia la adaptación a las necesidades del usuario. Por otra parte, todos los sectores permiten al usuario intervenir en la fase previa a la adquisición del producto excepto el juguetero, que sólo se lo permite durante el ciclo de vida útil. Esto se debe a que son kits ya preparados que únicamente se pueden manipular una vez comprados. Algunos de los casos analizados también permiten al usuario intervenir sobre el producto durante la fase de uso para responder a necesidades efímeras y variables que les permitan afrontar mejor las diferentes situaciones de uso del producto (Bloqbag, 2020; Youmo, 2018).

Métodos comunes de diseño

En cuanto a la búsqueda de métodos, se estableció como criterio principal que el método utilizara el diseño modular para involucrar al usuario final en sus productos, ya sea para personalizarlos, adaptarlos o desarrollarlos. Se realizó una exhaustiva búsqueda a través de diversas bases de datos (Web of Science, Scopus, Science Direct, MDPI, Google Scholar) mediante la combinación de dos grupos de palabras clave: la primera, sobre diseño modular (*producto modular, modularidad, diseño modular*); y, la segunda, en referencia al prosumer (*usuario final, prosumer, lead user, personalización, adaptabilidad*). Durante la búsqueda, todos los resultados obtenidos bajo este criterio databan de la última década, por lo que se filtró la búsqueda por años para optimizar los resultados encontrados.

La Tabla 27 muestra los métodos recopilados de diseño modular enfocados en el usuario. En total se han encontrado 5 métodos que cumplieran con ambos requisitos a la vez. Se han desarrollado numerosos métodos de diseño modular hasta la fecha, pero no ha sido hasta la última década cuando se han empezado a desarrollar métodos orientados al prosumer. Por este motivo, los métodos expuestos a continuación corresponden a investigaciones recientes. Varias de ellas, tienen en común su orientación a la personalización y a la customización masiva a través del diseño modular.

La mayoría de los métodos analizados persiguen la adaptación y la personalización de los productos durante la fase previa a su adquisición. Esto se debe a que muchos están enfocados a aplicar la modularidad en la customización masiva, cuya finalidad es que el usuario personalice el producto adaptándolo a sus necesidades antes de realizar su compra. Únicamente dos de los métodos contemplan la adaptación del producto o servicio por parte del prosumer durante la fase de uso, que

es en la que el usuario puede aplicar modificaciones, hacer adaptaciones efímeras, evolucionar o mejorar el mantenimiento del producto. Además, los métodos actuales están totalmente orientados a la personalización, pero, tal y como se ha comprobado en el análisis de casos reales, no es el objetivo principal de los prosumers.

Método	Autor y fecha	Descripción	Objetivo	Fase
Conceptual model for modular service platforms (Løkkegaard et al., 2016)	Løkkegaard, M. et al., 2016	Diseño de servicios modulares desde un núcleo estandarizado de módulos con el fin de aumentar la flexibilidad y adaptabilidad a los cambios del mercado.	A	P + U
Method to optimize assemblability of industrial product in early (Favi & Germani, 2012)	Favi, C.; Germani, M., 2012	Crear productos adaptables y personalizables mejorando el ensamblaje manual a través del diseño modular en la fase inicial de diseño.	P + A	P
Methodology for module portfolio planning (Li, H; Ji, Y; Li, 2018)	Li, H. et al., 2018	Metodología enfocada en el sistema producto-servicio (PSS) que contempla la construcción de una estructura modular.	P + C	P + U
Personalized product configuration system (Zheng, Xu, et al., 2017)	Zheng, P. et al.; 2017	Sistema de configuración de producto personalizado basado en la plataforma de producto mediante un proceso de dos etapas: diseño modular y escalable.	P + A	P
User-experience Based Product Development for Mass Personalization (Zheng, Yu, et al., 2017)	Zheng, P. et al.; 2017	Marco que considera tres características clave de la customización masiva: experiencia de usuario, co-creación y cambio de producto (diseño modular).	P + A	P

Tabla 27. Métodos de diseño modular enfocados en el usuario.

Relación diseño modular-prosumer

A través del análisis previo de casos reales y métodos de diseño modular, se puede establecer la relación existente y potencial con el ámbito prosumer. Por ello, este apartado analiza la intersección entre ambos términos para conocer cuáles son los objetivos de los prosumers y si los actuales productos y métodos de diseño modular cubren sus necesidades. El diseño modular debe ser tratado como una herramienta crítica a través de la cual los prosumers pueden conseguir objetivos específicos. Debemos plantear qué puede ofrecer el diseño modular a lo largo del ciclo de vida de un producto y qué es lo que el prosumer necesita en cada fase de este ciclo. Para ello, la Figura 24 muestra gráficamente este planteamiento, donde se ha dividido el ciclo de vida del producto en tres fases principales (Cao & Folan, 2012; Jones, 1970): *fase de diseño preliminar*, que incluye el estudio de viabilidad, el diseño conceptual y del diseño detallado; *fase de fabricación*, que incluye la fabricación y distribución; y *fase de consumo* que incluye el consumo del producto y su

eliminación. Para cada fase, se muestra lo que el diseño modular puede ofrecer, lo que el prosumer necesita y los puntos comunes de beneficio-necesidad entre los dos ámbitos. Dentro de estas características, se han diferenciado dos tipos de adaptación: *permanente*, que se refiere a las modificaciones previas a la compra que hace el usuario para que el producto se adapte a las mismas necesidades durante todo su ciclo de vida; y *efímera*, que corresponde a los cambios sobre el producto durante la fase de consumo para adaptarse a una situación concreta como, por ejemplo, cambiar el objetivo de una cámara.

CICLO DE VIDA DEL PRODUCTO			
	DISEÑO PRELIMINAR	PRODUCCIÓN	CONSUMO
D. MODULAR	<ul style="list-style-type: none"> · Adaptación permanente · Personalización · Variedad de productos · Actualizaciones posteriores (innovar en módulos separados) 	<ul style="list-style-type: none"> · Facilidad de montaje · Reducción de costes · Producción flexible · Reducción del tiempo 	<ul style="list-style-type: none"> · Adaptación efímera · Evolución / complementos · Mantenimiento · Multifuncionalidad · Reciclabilidad / Reutilizar
PROSUMER	<ul style="list-style-type: none"> · Adaptación permanente · Personalización · Co-creación (no sólo elección de módulos) 	<ul style="list-style-type: none"> · Facilidad de montaje · Fabricación DIY 	<ul style="list-style-type: none"> · Adaptación efímera · Evolución / complementos · Mantenimiento · Personalización
AMBOS	<ul style="list-style-type: none"> · Adaptación permanente · Personalización 	<ul style="list-style-type: none"> · Facilidad de montaje 	<ul style="list-style-type: none"> · Adaptación efímera · Evolución / complementos · Mantenimiento

Figura 24. Relación entre el diseño modular y el ámbito prosumer.

Aunque son escasos, los aspectos comunes actuales entre diseño modular y prosumer pueden constituir la base para la construcción de nuevos métodos de diseño. Se detecta que algunas conexiones están influenciadas por el proceso o por el grupo de diseño al que se dirigen. Si bien el diseño modular está dirigido principalmente a diseñadores profesionales y empresas, tanto a nivel individual como colectivo, las herramientas del prosumer están dirigidas a usuarios individuales. Esto plantea preguntas como por qué no hay más relaciones o por qué todavía no existe un método de diseño para esto. No obstante, existe la posibilidad de que haya más puntos en común a través de un método que establezca nuevas relaciones. Además, es probable que aún existan relaciones por cubrir entre diseño modular y prosumer debido a la ausencia de puntos de conexión que actualmente no están cubiertos u otros que no se han detectado por la falta de referencias.

Los futuros modelos de diseño deben tener en cuenta el vínculo definido entre diseño modular y prosumer. Se observa que el diseño modular ya cubre determinadas necesidades básicas del prosumer como son la personalización, adaptación, o evolución. Sin embargo, todavía no cubre la fabricación DIY, pues la fabricación de los módulos no está a cargo del usuario en los casos actuales. Tampoco permite la creación conjunta al ofrecer sólo una selección de módulos. Por este motivo, las fases

creativas actualmente no son colectivas. En el caso de la industria, puede haber co-creación por decisiones comerciales, aunque este no es el enfoque más común. Por el contrario, en el caso de los prosumers, las decisiones de diseño son principalmente individuales y las ideas no se comparten con otros con la misma frecuencia que en el ámbito maker. Simplificar el diseño empleando varios usuarios o compartiendo módulos podrían ser dos posibles métodos de colaboración. Para lograrlo, sería necesario eliminar la frontera entre industria y prosumers a través de una visión global de la co-creación.

Por otra parte, los actuales métodos y herramientas de diseño modular no están alineadas con los de los prosumers. Aunque existen algunas características comunes entre ambos, sus objetivos de salida difieren en aspectos relevantes como el perfil del beneficiario (industria vs. consumidor) o el nivel de intervención (masiva vs. particular). El diseño modular podría incluir áreas más relacionadas con el prosumer, como la co-creación o el DIY. Sin embargo, su desarrollo actual no ha evolucionado en esta dirección, aunque tiene potencial para hacerlo debido a los beneficios que ofrece. A pesar de ello, cada vez es más habitual utilizar el diseño modular como forma de conseguir los objetivos del prosumer no solo en la personalización, sino también en la adaptación y evolución de sus productos. En este aspecto, se detecta que el límite entre adaptación y personalización es difuso, ya que es difícil detectar los cambios que responden a una necesidad (adaptación) de aquellos que responden a un deseo (personalización).

Debido a factores como el aumento de prosumers, el desarrollo de métodos de diseño modular orientados a la customización masiva y los casos de productos modulares para prosumers, se identifica la necesidad de desarrollar un método de diseño modular orientado al prosumer. La relación definida evidencia que el diseño modular posee ventajas que responden a las necesidades de los prosumers. No obstante, su uso no se ha vinculado académicamente a los prosumers. En su lugar, su exploración se ha centrado en la fabricación y desarrollo de producto orientado a la industria. A pesar de ello, cada vez es más común el uso del diseño modular para alcanzar las metas del prosumer en la adaptación y evolución de sus productos.

Propuesta de un nuevo método de diseño

Tras analizar la aplicabilidad del diseño modular en el ámbito prosumer, el presente apartado define una guía para la creación de nuevos métodos de diseño en este ámbito. Se establecen una serie de objetivos y fases a seguir basados en los resultados previos, facilitando que futuros modelos y métodos permitan al prosumer beneficiarse del diseño modular. Con ello se pretende dar respuesta a la necesidad de cubrir el ámbito prosumer desde el diseño modular mediante la propuesta de un

nuevo método que permita al usuario final diseñar o fabricar sus propios módulos. El objetivo es realizar una serie de recomendaciones que faciliten la creación e implementación de nuevos modelos de diseño en esta área.

Esta propuesta es necesaria como paso previo al desarrollo de un nuevo método. Definir una serie de objetivos y etapas permite establecer una dirección fija, evitando que el resultado se desvíe del propósito principal. Además, dichos objetivos forman la base sobre la que evaluar si el resultado cumple con las metas establecidas. Estas pautas básicas facilitan la aplicación del modelo para que sea lo más eficaz posible y tenga en cuenta las necesidades de los prosumers, así como el contexto en el que se desarrolla el diseño modular.

Finalmente, el apartado concluye con la definición y presentación de una propuesta metodológica. Dicha propuesta se basa en los objetivos establecidos con el fin de contribuir a la democratización del diseño modular en usuarios no especializados. Para presentar el método, se desarrolla un guion y una infografía ilustrada del proceso de diseño a seguir. Además, la propuesta se vale de un ejemplo de aplicación para asegurar su comprensión.

Objetivos a cumplir

Estos objetivos se han identificado y han sido presentados a lo largo del desarrollo de toda la tesis. No obstante, en este apartado se han recopilado como unas normas básicas a seguir en el desarrollo de nuevos métodos de diseño modular orientados al prosumer. A continuación, se definen los cuatro objetivos esenciales identificados:



Figura 25. Objetivos para la creación de métodos de diseño modular orientados al prosumer.

- ◆ • **El diseño modular como objetivo de diseño (EDP):** Se ha detectado, tanto en los métodos de diseño como en los casos reales de aplicación, que el diseño modular tiende a ser utilizado como una herramienta para solventar un problema surgido durante el desarrollo del producto. En otras ocasiones, el producto es modularizado para flexibilizar la fabricación o hacer el proceso productivo más económico. Por este motivo, muchos proyectos no son concebidos como diseño modular desde el inicio, sino que aparece como una consecuencia. Es necesario considerar al diseño modular como una especificación de diseño (EDP) crítica y concebir el proyecto como un producto modular desde el principio, sobre todo en la fase de conceptualización. Así, una correcta definición y comprensión del diseño modular facilitará que el usuario sea capaz de aplicarlo y evaluarlo correctamente, asegurando que el resultado sea un producto basado en el proceso de diseño modular.
- **Fase conceptual de diseño de producto (diseño preliminar):** Como se puede observar en la Figura 22 y la Figura 23, la presencia actual de los métodos de diseño modular y de prosumer en la fase de diseño preliminar es limitada. En su lugar, la mayoría de métodos de diseño modular se aplican en las fases de desarrollo donde se encuentra el diseño detallado y el plan de producción. Asimismo, la mayoría de herramientas y métodos de diseño para el prosumer se distribuyen entre el estudio de viabilidad y el diseño detallado. Existen diversos motivos que lo explican, como la búsqueda de los beneficios económicos para la industria o la frecuente intervención de prosumers y makers durante la fabricación y consumo del producto. Para cubrir este nicho, los nuevos métodos o modelos a desarrollar deberían ser concebidos para su aplicación en la fase conceptual de diseño de producto. Ésta resulta la más idónea tanto por la ausencia de otros métodos como por la necesidad de aplicar el diseño modular desde las fases iniciales, aclarando su funcionamiento al usuario a través de una caracterización que le ayude a entenderlo y aplicarlo correctamente. Además, la fase conceptual permite al prosumer aportar cambios y transformaciones más significativas e innovadoras al resultado final que durante el desarrollo, fabricación y uso del producto.
- **Relación con el usuario final (prosumer):** Una condición imprescindible en la creación de un método de diseño para el prosumer, es la relación con el usuario final durante el proceso de creación del producto. Como se ha evidenciado previamente, los prosumers están constantemente evolucionando sus productos. El proceso más habitual es que intervengan en su diseño y/o fabricación para, posteriormente, seguir evolucionándolos durante su uso. Esto hace que, fruto de su filosofía maker, el producto nunca llegue a estar concluido, sino que siga transformándose a manos del usuario final. Por este

motivo, el método a desarrollar no deberá tener únicamente en cuenta las fases de diseño, fabricación y montaje, sino también las fases posteriores del ciclo de vida útil. En este aspecto, el diseño modular aporta a los productos la capacidad de ser actualizables, reparables, adaptables y reutilizables, entre otros aspectos, características directamente relacionadas con los prosumers que reportan importantes beneficios sostenibles (Ma & Kremer, 2016). Así pues, el método debe permitir y facilitar una alta usabilidad del diseño modular por parte del usuario final, haciéndolo accesible, universal y fácil de utilizar. El objetivo es que el usuario pueda valerse del método para intervenir autónomamente en todo el proceso de creación, producción y uso de su producto, lo que también implica el diseño y fabricación de los módulos deseados. Para ello, el modelo debería cumplir con una serie de objetivos secundarios que refuercen esta relación:

- ○ **Usuarios no especializados:** Desde el autoconsumo hasta la personalización masiva, podemos diferenciar varios perfiles de usuario en función de si predomina el consumo (consumidor) o la producción (prosumer) (Blättel-mink, 2010). El método debe centrar su atención en aquellos usuarios que buscan el equilibrio entre consumo y producción: crean sus propios productos físicos comprando parte de ellos y diseñando o fabricando el resto. Gracias a este equilibrio, este perfil de usuario no necesita conocimientos avanzados de diseño y fabricación debido a que el producto no se desarrollará en su totalidad (autoconsumo). Por otro lado, el nivel de producción es adecuado para facilitar la intervención en el proceso creativo en lugar de realizar solo una selección de características (personalización masiva). Así pues, el método debe estar enfocado tanto a profesionales del diseño como a usuarios no especializados en el uso de métodos y herramientas de diseño. Esto incluye a aquellos nuevos prosumers y makers que deseen introducirse en el ámbito del diseño de producto. Para conseguirlo, el resultado debe utilizar un lenguaje universal que cualquier usuario pueda comprender, alejándose del ámbito académico para adoptar un carácter más divulgativo. Esto repercutirá también en el formato del método, así como en el estilo de comunicación utilizado en él. Así, si el resultado logra ser comprendido y aplicado con facilidad por prosumers no especializados, también podrá ser utilizado por especialistas.
- **Diseño y/o fabricación de módulos:** El usuario final podrá intervenir libremente en el diseño y en la fabricación de los módulos del producto. El objetivo es que exista una alta intervención por parte del prosumer para que éste pueda adaptar y modificar el producto final de una forma

única. Para ello, no solo se valdrá del montaje y reconfiguración de los módulos, sino que el método deberá facilitar la creación de módulos propios que el prosumer podrá diseñar o fabricar, siguiendo así la actual filosofía maker y el uso de ciertas herramientas, como la impresión 3D, y entornos, como los Fab Labs. Además, combinado con herramientas del ámbito prosumer, como el Open Access, el diseño modular puede permitir producir sólo los módulos que los usuarios necesitan (Faiña, Nejati, & Stoy, 2020).

- **Acceso abierto y seguridad:** Siguiendo la filosofía maker, se buscará que el método tenga un acceso libre y abierto, de forma que pueda ser utilizado por cualquier usuario sin restricciones. La mayoría de productos creados y compartidos en el ámbito maker están sujetos a una licencia estándar Creative Commons (CC, 2021). Actualmente existe cierta confrontación con respecto a los derechos de autor y las responsabilidades sujetas a cada producto, de modo que en muchas ocasiones es difuso si la responsabilidad recae sobre el autor o sobre el usuario que modifica y fabrica el producto. Este asunto ha sido tratado anteriormente en algunas de las entrevistas (César García, Enrique Torres y Francisco Sanz). La seguridad en productos comercializados está sujeta a una serie de normativas y homologaciones, pero se pueden encontrar vacíos legales en ciertos tipos de intervenciones. Un ejemplo de ello es la personalización de coches mediante la incorporación de nuevos elementos. No obstante, estos aspectos legales no entran dentro del marco de desarrollo de este modelo metodológico, pues el resultado es una herramienta de diseño y no un producto finalizado.

Fases para la creación del nuevo método

Se presentan tres fases principales para aumentar la efectividad de nuevos métodos y asegurar su consolidación. El objetivo es que el resultado pueda ser aplicable en múltiples áreas y fácil de usar por todo tipo de usuarios presentándolo de forma accesible y universal. Las fases a seguir son las siguientes:

- **Concepción:** La presencia consolidada de métodos de diseño modular permite crear un modelo que evolucione los métodos actuales hacia la creación de productos para el prosumer. Sin embargo, la ausencia de éstos en determinadas fases del proceso hace necesario crear nuevos métodos que cubran estos nichos y contribuyan a la creación de nuevos modelos enfocados en estas fases. En cualquier caso, para llegar a un nuevo método, es necesario experimentar primero con un modelo. Por otro lado, la presencia homogénea de herramientas para el prosumer a lo largo del proceso significa que la combinación de métodos de prosumer (Figura 23) y diseño modular (Figura

22) en un modelo puede ser idónea para cubrir todos los aspectos del proceso. Por estos motivos, el resultado se puede concebir como un nuevo modelo de diseño modular dirigido a usuarios prosumers cuya aplicación se lleve a cabo en las fases conceptuales del diseño del producto.

- **Desarrollo:** Teniendo en cuenta que el usuario objetivo es el prosumer, el modelo debe poder ser utilizado tanto por profesionales del diseño de producto como por makers y prosumers no especializados en este ámbito. Por esta razón, el resultado no puede tener un alto nivel de complejidad, siendo necesario que sea fácil de entender y que no requiera unos conocimientos avanzados por parte del usuario. Para alcanzar este objetivo, se propone presentar el método mediante un manual de instrucciones, como un *design toolkit* (Gardan, 2017; IDEO, 2021), por ser un formato con el que muchos usuarios se encuentran identificados. Dicho manual será susceptible de ser representado en forma de tutorial para facilitar su comprensión y difusión. De igual modo, se pueden utilizar todos los recursos gráficos que se consideren necesarios para mejorar la comprensión del método, tomando como base otros métodos de diseño explicados en formatos similares. Como resultado, se propone un manual de instrucciones donde predominen las representaciones gráficas para facilitar la comprensión del texto, valiéndose si es necesario de un ejemplo real para ilustrar el método.
- **Aplicación:** Según la encuesta realizada en el estudio de campo, la mayoría de prosumers y makers estarían dispuestos a utilizar un método de diseño con estas características. Sin embargo, debemos asegurar que el resultado sea capaz de cumplir con sus expectativas para consolidar su uso. Para presentarlo efectivamente a la comunidad, el modelo debe pasar al dominio público y, por lo tanto, a los makers y prosumers. Además, debe generar suficiente interés para facilitar su difusión entre estos usuarios. Por otro lado, para cumplir con sus expectativas, el resultado debe ser lo suficientemente genérico como para poder ser utilizado en diversos ámbitos. El objetivo es que se pueda extrapolar para que su uso sea lo más amplio y adaptable posible a las necesidades de cada usuario. Esto a su vez permitiría al prosumer ampliar sus conocimientos en diseño de producto, haciéndolo cada vez más especializado hasta adoptar un perfil más profesional.

Además de completar el desarrollo del modelo propuesto siguiendo las fases descritas, en una futura investigación también sería necesario definir cómo introducirlo efectivamente a los usuarios. Asimismo, deberían estudiarse sus posibles limitaciones respondiendo a cuestiones como su aplicabilidad en múltiples sectores de la industria o su funcionamiento en sistemas complejos. No obstante, estos hitos sobrepasan el área de investigación tratada en este trabajo, que sólo pretende hacer una propuesta metodológica susceptible de ser ampliada en investigaciones futuras.

Definición y justificación del método

Pese a la viabilidad de desarrollar un modelo metodológico por la consolidada presencia de métodos de diseño modular en la literatura, se propone desarrollar en primer lugar un único método de diseño. Esta decisión está respaldada por la falta de métodos de diseño modular y de prosumer en las fases conceptuales de diseño de producto. La necesidad de vincular el resultado con el ámbito prosumer hace que resulte más viable la creación inicial de un único método dirigido especialmente a estos usuarios que de un modelo basado en métodos ya existentes. Debido a los motivos expuestos, se propone crear un nuevo método de diseño modular orientado al prosumer cuya aplicación se lleve a cabo en las fases conceptuales de diseño de producto. No obstante, como desarrollo posterior se puede contemplar la combinación de métodos de diseño modular (Figura 22) y de prosumer (Figura 23) para desarrollar un nuevo modelo basado en los dos ámbitos.

Se propone desarrollar el método a lo largo de tres fases. En esta primera se han presentado los objetivos y etapas a seguir a nivel general, que pueden ser aplicadas a cualquier nuevo método o modelo de diseño modular para el prosumer. Posteriormente, se pasa a un nivel particular mediante la definición y presentación del método que se propone en esta investigación. En la segunda fase se lleva a cabo un análisis sobre cómo acercar conceptos de diseño al público general, especialmente a los prosumers. Los resultados no solo se centran en el ámbito del diseño modular, sino que también pueden facilitar la transferencia y divulgación de otros métodos de diseño. Finalmente, en la tercera fase se desarrolla y valida un método de evaluación de productos modulares para el prosumer que tendrá una especial importancia al ayudar a crear, mejorar y elegir propuestas en las fases conceptuales de diseño de producto. Aunque su uso principal sea en esta fase, también podrá ser aplicado en otras etapas del ciclo de vida, como en la evaluación de productos comercializados o la optimización en las fases de desarrollo.

Se presenta una propuesta metodológica de diseño basada en la generación de contenidos de fácil acceso y comprensión, haciendo un especial énfasis en la experimentación. Ésta se estructura en los contenidos específicos de diseño modular para el caso de diseñadores y prosumers, la experimentación y, finalmente, la creación de productos reproducibles y personalizables de fabricación doméstica (Val Fiel, 2016). El objetivo es establecer un contenido claro para dar una formación de diseño modular con el objetivo de aplicarlo en la fabricación de productos de autoconsumo. Como resultado, el método aumentaría la capacidad del usuario para crear nuevos diseños garantizando que la necesidad del producto está satisfecha.

La comprensión de los contenidos se consigue comenzando en niveles básicos de diseño, sin entrar en aspectos metodológicos del proceso, que van directamente a

la experimentación y el logro de pequeños objetivos como el diseño y construcción de útiles y objetos cotidianos. Encontramos ejemplos de ello en videotutoriales de YouTube (Figueiras, 2014; Fundación La Caixa, 2021c). El objetivo es que tanto el diseñador novel como el prosumer puedan seguir sin dificultad los contenidos, interiorizando así el método. En este aspecto, encontramos que las actuales metodologías de diseño modular se basan en bibliografía científica y especializada. Esto incluye desde las revisiones más genéricas (Bonvoisin et al., 2016) hasta la más detallada de las que solo se utilizan los ejemplos particulares (Rendell, 2001; Sanderson & Uzumeri, 1995; Stephan et al., 2008).

El acceso al método es un primer paso que se debe gestionar adecuadamente ya que existen muchas plataformas digitales y el público objetivo es diverso, por lo que la selección se debe establecer en base a un doble criterio. El primero es la captación de la atención del diseñador novel hacia el ámbito prosumer que busca formación tanto en el ámbito académico como en la red. El segundo es la captación de la atención de los prosumers hacia una forma de trabajo estructurada que le permitirá tener un mayor control y éxito en su trabajo, buscando recursos en la red. Por lo que parece necesario que la red sea el ámbito común de divulgación. Esto además permite llevarlo al ámbito universitario como complemento de la formación reglada, como ha hecho la Universidad de Stanford con su D.school (Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University, 2021).

Guía y presentación de la propuesta

Esta propuesta metodológica ofrece un contenido específico, trasladable a otros ámbitos del conocimiento en diseño por su formato y uso amigable. De este modo, se propone una guía de diseño modular cuyos contenidos esenciales serán:

- a) **Introducción** general de la guía y los contenidos: definición breve y gráfica de los términos clave (diseño modular y prosumer) y explicación del proceso de diseño modular para que el usuario entienda el objetivo del método.
- b) **Características** del diseño modular. Definición de módulo, arquitectura, plataforma y método de diseño modular. Profundizar sobre diseño modular para su correcta comprensión, aplicación y evaluación. Diferenciación entre característica de diseño modular y la funcionalidad del objeto a diseñar.
- c) **Proceso creativo** para la conceptualización de diseño modular. Introducir especificaciones de diseño modular en la fase creativa y de conceptualización. Explicación de la manera de encontrar y definir las especificaciones. Describir si esas especificaciones se deben a un módulo que debe adquirirse -comercial- o si se puede diseñar y producir a nivel doméstico -propio-.

- d) **Ejemplo visual.** Valernos de un ejemplo de aplicación real para explicar el método al usuario e ilustrar su uso. Mostrarlo a través de una serie de pasos como en los manuales de IKEA.
- e) **Evaluación de conceptos.** Evaluar las ideas que han surgido del uso del método a través de un checklist que permita valorar el nivel de diseño modular y de prosumer de cada una, así como conocer sus puntos fuertes y débiles para implementar mejoras.

En el apartado *Ejemplo visual*, es necesaria una explicación más amplia del proceso creativo. Lo haremos con un producto en el que implementar el diseño modular sea muy sencillo y permita que algunas partes y componentes se fabriquen con medios caseros. Pondremos como ejemplo una lámpara de mesa, donde los componentes eléctricos (enchufe, cable, interruptor, casquillo y bombilla) son comerciales y se constituyen como módulos funcionales, mientras que el resto de componentes son propios, susceptibles de ser diseñados y fabricados.

1. Identificar las funciones independientes del producto actual, como el tipo de iluminación, regulación, encendido/apagado, estética y adaptación al entorno. Las tres primeras dependen de módulos comerciales, las siguientes se pueden diseñar.
2. Identificar necesidades y/o funciones deseables que el producto no tiene y se pueden implementar como especificaciones de diseño a integrar en nuevos módulos. Estas EDPs se pueden transformar en cuestiones a resolver en el proceso creativo teniendo en cuenta las características del diseño modular y aplicándolo para que las soluciones se puedan integrar con el resto de módulos comerciales. Algunas ideas podrían ser la regulación con la luz ambiente, el cambio de color, la programación de secuencias, etc.
3. Identificar el núcleo duro, es decir, el elemento que hace de estructura o esqueleto del producto en aquellos que lo necesiten. Hay que idear una plataforma de producto donde se incorporarán los módulos, teniendo en cuenta las premisas de diseño modular como la independencia, conexión y variabilidad. Tras identificar la plataforma será necesario definir el tipo de conexión de los módulos tanto entre ellos como con la plataforma, si la hay.
4. Crear módulos independientes según las nuevas funciones identificadas. Es decir, convertir los entes abstractos -funciones- en físicos -módulos-. Esta función se describe como un reto creativo mediante diversas propuestas que se valoran para implementarlo como un módulo físico. Por ejemplo, si queremos que la lámpara se pueda regular con la luz de la sala se puede conseguir por medio de un circuito con un fotorresistor integrado en el interruptor, el cuerpo de la lámpara o la tulipa, dependiendo de la forma, función, ubicación, etc.
5. Representación gráfica de los conceptos. Realizar una visualización del producto por medio de herramientas 3D o similar para poder fabricar por medio de herramientas de fabricación aditiva.

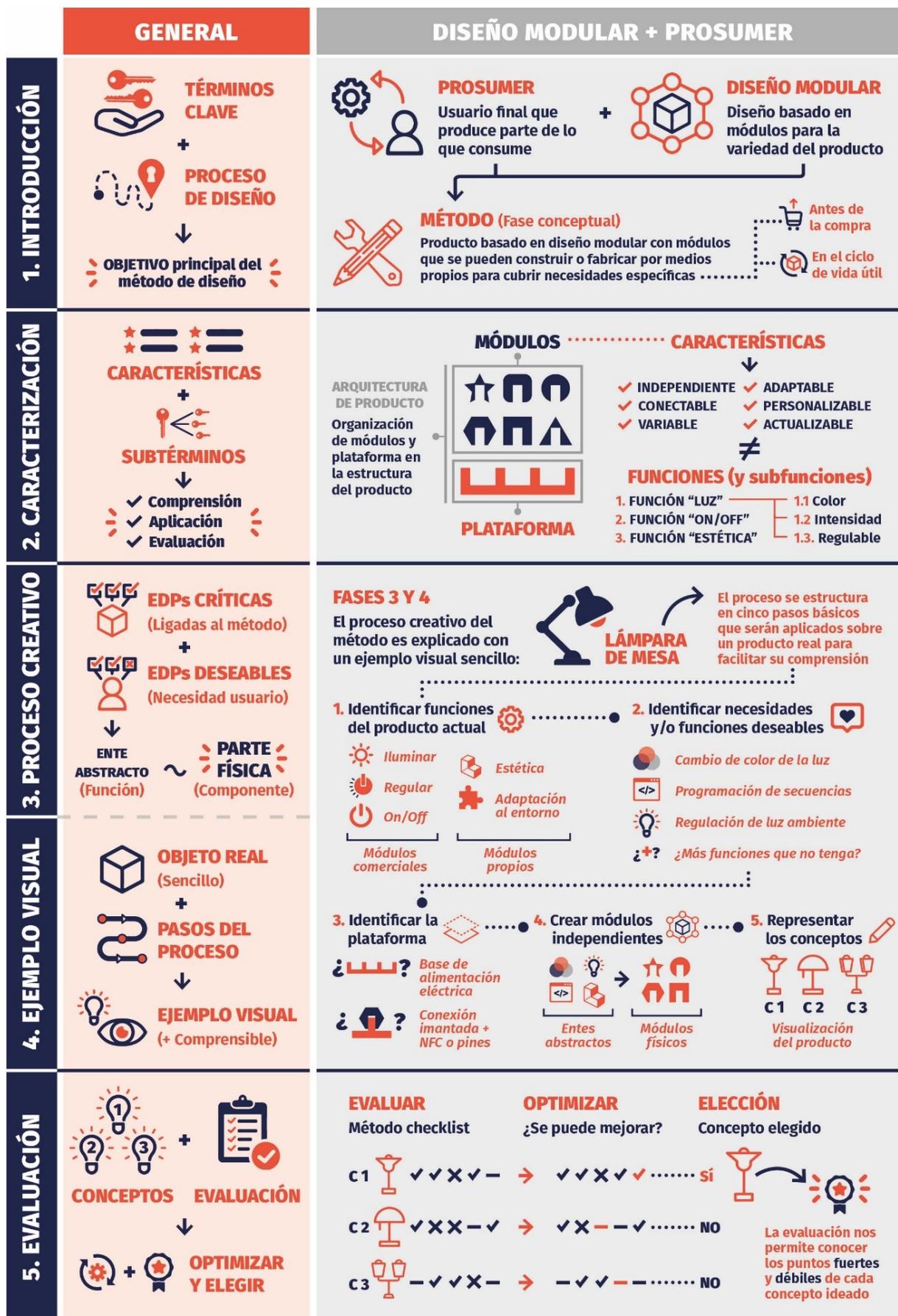


Figura 26. Propuesta esquematizada del método a desarrollar.

El hecho de introducir características de diseño modular en la fase conceptual puede percibirse como una restricción en el diseño del producto. Sin embargo, esto no es un obstáculo para que el objeto tenga un concepto diferenciado por otros factores de diseño como el funcional, ergonómico, formal o el estético. Únicamente se establece una dirección en el proceso creativo para obtener un resultado modular.

La errónea aplicación del diseño modular se ha normalizado incluso por parte de usuarios especializados, dando lugar a diseños bajo el mismo nombre que realmente no cumplen con los requisitos de diseño modular. Debemos evitar esta reinterpretación del término donde el resultado final es diseño de módulos y no diseño modular. El método propuesto mejora su entendimiento para aplicarlo correctamente con el objetivo de explotar así todo su potencial y aprovechar todos los beneficios que puede aportar al diseño de producto. Por ello, hacer una introducción de los términos claves y del método, así como caracterizarlos correctamente, es decisivo para que el usuario conozca desde el principio cómo le puede ayudar el método de diseño a lograr sus objetivos.

Acercamiento del diseño a prosumers y usuarios no especializados

Los nuevos canales de comunicación han democratizado el uso de herramientas de fácil usabilidad. Esta digitalización ha abierto el acceso a guías y manuales, y su comprensión ha mejorado gracias a animaciones y herramientas con las que interactuar. Diseñadores y prosumers intercambian conocimientos específicos de diseño y fabricación con el objetivo de desarrollar y producir sus propios diseños. Una guía de diseño modular de libre dominio permitiría al consumidor intervenir en el diseño, fabricación o montaje de sus productos, tomando decisiones de edición y actualización futuras. Si se tiene en cuenta la tendencia de prosumers y herramientas online, esta guía facilitaría que el usuario final cree diseños a medida según sus necesidades. Sin embargo, no todas las guías son válidas y muchos conocimientos han sido restringidos sólo a profesionales. En ámbitos como el del diseño, estas guías pueden ser utilizadas para hacer una transferencia de conocimiento a usuarios no especializados.

Se plantea aprovechar las corrientes tecnológicas para establecer lazos entre diseñadores y expertos del ámbito maker y prosumer democratizando el uso del diseño modular a través de una guía de diseño común entre ambos. Si los usuarios no especializados pueden construir sus propios productos a partir de tutoriales y manuales de instrucciones, también serán capaces de entender y aplicar un método de diseño de producto presentado en un formato similar. Por ende, si logramos que el prosumer aplique el método, el diseñador también será capaz de ello.

Alternativamente, si el movimiento maker comparte resultados y experiencias, los diseñadores se pueden beneficiar de este conocimiento para mejorar sus capacidades de diseño y fabricación.

Para ello, este apartado presenta un análisis de guías y manuales que clasifica su uso según sus objetivos para identificar unos antecedentes que puedan servir de referencia en la creación de nuevas guías de diseño. Esto permite a su vez definir un estilo gráfico y comunicativo aplicable no solo al ámbito particular del diseño modular y del prosumer, sino también al área general de diseño de productos. Finalmente, también se proponen unas pautas para realizar la divulgación del método de forma que llegue equitativamente tanto a prosumers como a diseñadores profesionales. Estos resultados contribuyen a la creación de nuevas guías de diseño y facilitan su aceptación por parte de los usuarios finales.

Antecedentes

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC) han evolucionado de forma drástica en los últimos años. En las TIC aparecen nuevos soportes, medios y canales que han democratizado el uso de herramientas accesibles por todos los usuarios para intercambiar datos de forma sencilla, bidireccional y en diferentes formatos. Desde los recursos editoriales hasta los audiovisuales, las plataformas digitales como páginas web, blogs, YouTube o redes sociales han proporcionado a los usuarios no especializados información con la que resolver cualquier tarea. EduCaixa (Fundación La Caixa, 2021a, 2021b) o TEDed (TED Conferences, 2021) son ejemplos de ello. Paralelamente, desde las universidades de todo el mundo han proliferado los cursos a distancia en plataformas digitales (Massive Online Open Course, MOOC). Estos cursos proporcionan libre acceso a formación especializada no reglada en plataformas como Coursera, EdX, Miríada X o Google Actívate (Coursera, 2021; edX, 2021; Google, 2021a; Miríadax, 2019). También existen empresas que retrasmiten conferencias mediante webinars impartiendo lecciones temáticas que promueven el consumo de software, productos y servicios. Además, la situación global provocada por la Covid-19 ha dado lugar a una serie de necesidades impuestas que han puesto en alza el uso de medios telemáticos para compartir conocimiento.

Estos hechos afectan al ámbito del diseño puesto que se pueden encontrar muchos recursos en forma de videotutoriales, manuales en línea o archivos descargables que acercan las bases del diseño de producto a los neófitos y a aquellos que tan solo necesitan satisfacer una necesidad puntual de conocimiento para resolver un problema concreto. Recursos que son compartidos por docentes, profesionales, asociaciones y, en ocasiones, por aficionados que son muy capaces con un determinado recurso. Al mismo tiempo, crece la corriente maker y el fenómeno DIY a manos de tutoriales y otros recursos creativos. En este aspecto, el ámbito del

diseño de producto se ha visto fuertemente enriquecido por esta tendencia. Estos factores han dado lugar a un creciente segmento de usuarios habituados a seguir manuales de instrucciones y tutoriales para lograr sus objetivos. Uno de los ejemplos más conocidos es el de IKEA, donde sus manuales han generado un idioma universal para el montaje de sus productos.

Desde las instrucciones de montaje hasta las guías de diseño, guías y manuales han estado al alcance de todo tipo de usuarios para ayudarles a adquirir nuevos conocimientos o ejecutar tareas concretas. En el marco actual, las herramientas digitales y los procesos creativos a distancia se han instaurado optimizando el trabajo en equipo online y potenciando el uso de métodos de diseño por usuarios no especializados (Google, 2021b; Miro, 2021). Dicha situación ha provocado una transformación en el comportamiento humano y en las prácticas de consumo. A nivel individual, los usuarios se han valido de estas herramientas para el autoaprendizaje a través de tutoriales, guías y aplicaciones digitales. Como resultado, estos usuarios se han iniciado en la cultura maker, fabricando o transformando sus productos. Esta tendencia afecta directamente al uso y evolución del diseño de producto, pero también al diseño gráfico como herramienta para facilitar la comunicación en guías y manuales.

Sin embargo, no todas las herramientas y métodos disponibles son válidos. El confinamiento y el teletrabajo han consolidado la presencia digital con una revolución en el uso de las herramientas, aunque con una confianza ciega en la tecnología. En este contexto, destaca la accesibilidad para descargar o comprar contenidos de forma inmediata, así como la actividad en herramientas y aplicaciones online. Se debe establecer una frontera entre lo consensuado y probado de lo que no. Una forma de contribuir a la solución de esta cuestión es mediante la transferencia de conocimientos del ámbito académico/profesional a usuarios no especializados a través de guías y manuales. Se ha demostrado que estas guías funcionan en la actualidad con el público general, por lo que una buena forma de transmitir métodos de diseño es mediante la creación de manuales intuitivos y avalados. De este modo, estas guías pueden facilitar la democratización de conocimientos de calidad.

Con estos antecedentes se plantea crear un manual de instrucciones que presente un método de diseño modular centrado en el diseño de productos para el prosumer. Dicho método será aplicado en las fases conceptuales de diseño y permitirá al usuario final intervenir en el diseño, fabricación o montaje de sus propios productos mediante el diseño de módulos que se puedan construir o fabricar por medios propios. Además, el usuario también podrá valerse de estos módulos para adaptar y/o actualizar el producto final durante su ciclo de vida útil.

El análisis de guías y manuales previos puede responder a cómo hacer una guía accesible para todo tipo de usuarios con el fin de facilitar la transferencia de conocimientos de diseño. Para ello, las siguientes secciones analizan una serie de ejemplos reales donde el proceso de trabajo y el uso del diseño se contemplan desde una perspectiva interdisciplinaria. Los casos son agrupados según sus necesidades y objetivos de aplicación con el fin de analizar los actuales estilos de comunicación, así como su aplicación en el ámbito del diseño.

Inicialmente, se diferenciaron dos tipologías: del ámbito general (usuarios no especializados) y del ámbito particular del diseño (profesionales). No obstante, se decidió dividir el primer grupo según el objetivo de la guía, analizando finalmente tres tipos diferentes. Los dos primeros pertenecen al ámbito general y serían aquellos que aportan una secuencia de instrucciones sobre el *montaje y uso* de productos, o explican conceptos intangibles para aportar *aprendizaje y recomendaciones* al usuario final en un entorno y contexto determinados. El tercer tipo pertenece al ámbito específico del diseño y engloba las *guías de diseño de productos y servicios*.

MONTAJE E INDICACIONES DE USO

Este tipo de instrucciones aparecen generalmente con la compra de un producto físico que requiere un montaje o un conocimiento especial de su uso por parte del consumidor. Se trata del primer contacto que el usuario tiene con el producto y el objetivo es que éste lo monte de forma correcta, conozca todas sus prestaciones y lo use adecuadamente. Además, estos manuales incluyen de forma obligatoria información y advertencias de seguridad sobre el producto, referentes a su normativa y homologación, así como otros datos de interés, como la garantía. En este aspecto, encontramos sectores de la industria donde el uso de manuales es habitual tanto por la legislación que lo regula como por la necesidad del fabricante de transmitir conocimientos sobre el producto. Este sería el caso de los productos electrónicos (Samsung, 2021; Wacom, 2021) y los electrodomésticos (Balay, 2021), donde es imprescindible aportar indicaciones tanto del montaje como del uso del producto. Por otra parte, encontramos otros sectores que aportan únicamente información sobre el montaje como es el caso del sector del mobiliario (IKEA, 2021b) o el juguetero (LEGO, 2021), donde el uso del producto no requiere conocimientos específicos. En ambos casos, es común encontrar tutoriales o foros online para resolver dudas y solucionar problemas.

Si hacemos una observación global de este tipo de manuales, podemos encontrar coincidencias fácilmente identificables en el uso de elementos gráficos. En todos ellos es común el uso de flechas para dar indicaciones de movimiento, así como destacar las partes del producto a las que se refiere la explicación mediante un color secundario o sombreados. Además, en todas ellas la ilustración del producto es una

representación fiel a la realidad, con un alto nivel de detalle. No obstante, encontramos diferencias si el manual es solo de montaje o si también lo es de uso. Cuando solo se detalla el montaje, la cantidad de texto es notablemente inferior, llegando incluso a ser inexistente para lograr que la guía sea universal y no se requiera traducción (IKEA, 2021b; LEGO, 2021). Cuando la manipulación del producto es más compleja y se requiere una explicación de su uso, aparece más cantidad de texto en diferentes idiomas y vistas explosionadas del producto. En ambos casos, estos manuales se centran solo en la fase de consumo y no aportan conocimientos de diseño de producto.

APRENDIZAJE Y RECOMENDACIONES

Los usuarios pueden encontrarse con este tipo de manuales en dos situaciones diferentes. La primera, si buscan aprender algo por su propia cuenta para adquirir una nueva habilidad o ampliar sus conocimientos sobre un ámbito concreto. Algunos ejemplos de estos casos los encontramos en plataformas DIY (Instructables, 2019; Makezine, 2019; Pinterest, 2021) y en ámbitos donde el aprendizaje se facilita mediante una representación gráfica, como el deporte (Spotebi, 2021) o el textil (Mundo Crochet, 2021). Por otra parte, los usuarios también pueden encontrar este tipo de guías en entornos específicos donde el objetivo es transmitir al usuario recomendaciones, o ampliar sus conocimientos sobre algún tema relacionado con el entorno en el que se encuentra. Un ejemplo son las infografías presentes en consultas médicas, veterinarias, fábricas, talleres o laboratorios. Se trata de entornos donde es necesario que haya una transferencia de conocimiento para beneficiar al usuario con información que difícilmente podría adquirir en otro sitio. Estas guías han estado muy presentes en la situación sanitaria provocada por la Covid-19, ayudando a transmitir información relevante a la población de una forma fácil de entender en áreas como la prevención (Gobierno de España, 2021b) o la vacunación (Gobierno de España, 2021a).

En muchas ocasiones, estas instrucciones se presentan mediante infografías por contener una mayor cantidad de información para el usuario que otro tipo de guías. Además, una infografía resulta más cómoda de visualizar y difundir, tanto física como digitalmente, que un manual con diversas páginas (Adobe, 2021; Piktochart, 2021). En estos casos, la iconografía utilizada representa una idea o concepto para hacer la lectura más legible y fácil de entender. Esto se debe a que se trata de un aprendizaje intangible y no existe una representación única y detallada de la idea a transmitir, sino que simplemente se busca acompañar a la explicación, o explicar un proceso, protocolo o secuencia (López-Forniés & Fernández Vázquez, 2018). Estos casos tienen mucha relación con el diseño de señalética, pues buscan transmitir conceptos abstractos y, en ocasiones, difíciles de representar. Por otra parte, igual que en las guías de uso y montaje, prima el uso de representaciones sencillas a un color, con el objetivo de ser lo más universales posibles.

GUÍAS DE DISEÑO DE PRODUCTOS Y SERVICIOS

Estas guías tienen por objetivo ofrecer al usuario herramientas y métodos de diseño con los que desarrollar productos y servicios, así como crear sus propios procesos creativos. Entre los casos analizados, podemos diferenciar tres niveles de complejidad. En un primer nivel, se encontrarían las herramientas online para fomentar el trabajo en equipo y la generación de ideas mediante tableros y plantillas básicas que no tienen por qué ser específicas del ámbito de diseño, aunque son utilizadas con frecuencia por estudiantes y profesionales del diseño (Canvanizer, 2021; Miro, 2021; Stormboard, 2020). En un nivel intermedio, están las guías y publicaciones que buscan transmitir conocimientos de diseño a personas en proceso de aprendizaje, como estudiantes o usuarios interesados en métodos y herramientas concretas. En este nivel, encontramos numerosas guías físicas en forma de libros, publicaciones y plantillas imprimibles (Gasca & Zaragoza, 2014; IDEO U, 2021b; López-Forniés & Lasala, 2020), así como digitales en plataformas, aplicaciones y webs de recursos (Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University, 2021; IDEO U, 2021a; Laboratorio de Gobierno, 2021). Finalmente, en el nivel más alto encontramos los métodos y herramientas que están enfocados a diseñadores profesionales, por lo que van dirigidas a usuarios con una base sólida de conocimiento en el ámbito. La tipología de manual que más predomina en este nivel es la digital, donde se observa también un desarrollo mayor de métodos de diseño de servicios (bevator, 2021; Downe, 2021; SDT, 2021).

Las guías de diseño presentan aspectos en común con los dos tipos de guías definidos previamente. Por una parte, están enfocados al *aprendizaje* del usuario comunicando conceptos que son, a priori, intangibles. Por otra parte, estos conceptos son presentados a menudo con *indicaciones de uso* y aplicados en casos de ejemplo como productos y servicios. Encontramos también dos formas básicas de presentar un método de diseño: como un proceso con una serie de pasos a seguir, o como una herramienta con la que interactuar, como una plantilla rellenable. Algunos de los casos citados, sobre todo los del nivel intermedio, optan por combinar estas dos formas de comunicación. Por otra parte, las herramientas de primer nivel extrapolan métodos de análisis propios del ámbito del diseño al ámbito general, como los mapas mentales o el brainstorming. Se identifica también que la cantidad de texto que aparece en estas guías es notablemente mayor que en las otras dos tipologías definidas, pues se combina la explicación con la disposición de elementos gráficos, herramientas y otros recursos que facilitan la comunicación.

Definición del estilo gráfico y comunicativo

Diseñadores, prosumers y makers comparten intereses comunes, aunque disten en su filosofía y métodos de trabajo. Ambas partes pueden enriquecerse

mutuamente si se cruzan sus conocimientos con un objetivo común: democratizar el proceso de diseño entre usuarios no especializados. Para lograr este objetivo, debemos comunicarnos con ellos en un lenguaje sencillo y fácil de entender. La comunicación gráfica es crucial, tanto en la forma de explicar el proceso creativo como en el ejemplo a utilizar sobre un producto real.

Como se ha podido observar en los tres tipos de guías y manuales definidos, se ha identificado en cada uno un estilo gráfico y comunicativo que lo caracteriza y diferencia de los otros dos. No obstante, en las tres tipologías podemos encontrar aspectos en común que marcan una clara tendencia en el desarrollo de guías y manuales por su efectividad en la comunicación. Los resultados sobre el estilo de comunicación y el uso de elementos gráficos más destacables en cada tipo de guía se resumen en una tabla (Tabla 28), así como los aspectos comunes entre ellas. El objetivo es conocer las características de cada una, sus similitudes y diferencias para definir unas pautas que aseguren la eficacia de futuras guías en base a los casos analizados.

	Definición y objetivos	Ámbito de aplicación	Estilo gráfico
Montaje e indicaciones de uso	<ul style="list-style-type: none"> • Secuencias de montaje y uso de un producto físico • Asegurar un uso correcto por parte del usuario final • Información sobre riesgos y/o advertencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Productos físicos • Uso y montaje: electrónica y electrodomésticos. • Solo montaje: juegos y mobiliario, entre otros. • Fase de consumo 	<ul style="list-style-type: none"> • Flechas para indicar movimiento • Uso de color secundario para destacar piezas o partes concretas • Ilustración fiel a la realidad • Búsqueda de lenguaje universal • Más cantidad de texto si además del montaje explica también el uso
Aprendizaje y recomendaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de un aprendizaje por cuenta propia • Recomendaciones o información en entornos concretos dirigida al usuario 	<ul style="list-style-type: none"> • Aprendizaje: plataformas DIY, deporte, textil... • Entornos específicos: hospital, taller, laboratorio... • Físico y digital 	<ul style="list-style-type: none"> • Representación en infografías • Más información y cantidad de texto en una sola página • Iconos para representar conceptos • Representaciones sencillas a un color (búsqueda de lo universal)
Guías de diseño de productos y servicios	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas y métodos para diseñar productos y servicios • Fomentar la generación de ideas • Diseñadores nóveles y profesionales 	<ul style="list-style-type: none"> • Equipo: tableros y plantillas de trabajo • Individual: libros, plataformas, apps... • Físico y digital • Fase creativa 	<ul style="list-style-type: none"> • Iconos para representar conceptos • Herramientas para interactuar (p.ej. plantillas preparadas rellenables) • Proceso de diseño: explicación de una secuencia de pasos a seguir • Recursos gráficos (p.ej. pósts) • Alta cantidad de texto en guías
Aspectos en común entre los tres grupos	<ul style="list-style-type: none"> • Aportar información nueva al usuario • Herramienta de aprendizaje, diseño, uso o montaje • Usuarios tanto profesionales como no especializados 	<ul style="list-style-type: none"> • Disponible tanto en físico como digital • Aprendizaje de nuevos conceptos • Fases: aprendizaje, creativa y consumo • Individual / Equipo 	<ul style="list-style-type: none"> • Búsqueda de lenguaje universal • Texto si es conceptual / Iconos si es gráfico (p.ej. secuencia de uso) • Iconos sencillos a un color + color secundario para destacar partes • Uso de jerarquías en el texto y tipografías de palo seco

Tabla 28. Características y coincidencias entre los tres tipos de guías definidas.

Entre los aspectos comunes a las tres tipologías, se identifica la búsqueda del lenguaje universal y el uso de pictogramas sencillos a un único color, pudiendo utilizar un color secundario para destacar elementos. Por otra parte, si buscamos transmitir un concepto, como un método de diseño, es recomendable que la iconografía sea simple y que vaya acompañada de un texto. Si hablamos de algo muy gráfico, como la secuencia de uso de un producto, debemos utilizar ilustraciones detalladas e intentar prescindir del texto. En los casos donde sea necesario el texto, éste debe guardar una jerarquía para facilitar la lectura. Finalmente, lo deseable es que cualquier guía se encuentre disponible tanto en formato físico como digital, y que aporte un conocimiento nuevo al usuario, ya sea de forma individual o colectiva. En definitiva, cualquier tipo de manual debe actuar como una herramienta de dirección y aprendizaje tanto para usuarios profesionales como para no especializados.

Los manuales de uso y montaje, así como los de aprendizaje, han demostrado ser efectivos en la transmisión de conocimientos a usuarios no especializados. Por ello, muchos manuales de diseño integran características de estos dos estilos para lograr también alcanzar al público general. Además, las guías de diseño que se encuentran en un nivel intermedio (dirigidas a personas en proceso de aprendizaje), tienen la ventaja de servir al mismo tiempo para profesionales y principiantes. En este aspecto, la explicación de un caso concreto de diseño que acompañe al método ayudará en gran medida a optimizar su comprensión. Por otra parte, es necesario valorar siempre la posibilidad de digitalizar el manual para mejorar su difusión, ya sea a través de una animación en vídeo, una aplicación o una web con la que interactuar.

Los manuales analizados se centran en la fase creativa de diseño (guías de diseño) o en la fase previa al consumo (montaje e indicaciones de uso). Ninguno contempla la opción de aplicar modificaciones sobre el producto en su ciclo de vida útil. Toda modificación que el usuario desee hacer, lo hará por su cuenta y no aparecerá en el manual a no ser que sea un cambio preestablecido, como cambiar una carcasa. Los beneficios que estas modificaciones puedan reportar al fabricante dan lugar a discusión, donde entran aspectos como el económico o el emocional, por lo que su inclusión en los manuales de uso apenas se ha contemplado previamente. Es importante aplicar las pautas identificadas en estas fases para asegurar que el usuario comprende correctamente cómo puede intervenir en el producto durante su ciclo de vida a través del método de diseño presentado.

Esta definición del estilo gráfico y comunicativo de la guía de diseño a desarrollar arroja información aplicable a otros métodos de diseño que busquen alcanzar usuarios no especializados. Extrapolando estas pautas a nuevas guías se puede contribuir a la democratización del diseño de producto y a facilitar su acceso a otros tipos de usuarios. En consecuencia, una transmisión de conocimientos de calidad mediante guías intuitivas y gráficas permitiría que muchos perfiles no

familiarizados con el diseño de producto pudieran ampliar sus conocimientos sobre el ámbito. Esto evitaría el uso incorrecto o excesivo de otros recursos y técnicas creativas que se pueden estar desvirtuando en la actualidad.

Divulgación del método

Los resultados presentados ofrecen unas pautas que facilitan el desarrollo de nuevos manuales de acuerdo a cada tipología, aunque no se aporta información detallada sobre cómo deben ser difundidos. En este sentido, se observa que en el ámbito de la industria y el consumo de productos los manuales llegan con mayor facilidad a los usuarios. El alcance es más limitado cuando se trata de transferir conocimiento de un ámbito específico, como el del diseño, a usuarios no especializados. Es posible que los usuarios tengan la necesidad de usar ese manual, pero que no sepan de su existencia o dónde encontrarlo. Este hecho plantea cuestiones como cuál es la vía de comunicación más fiable y eficaz para transferir el conocimiento académico a la sociedad o si cualquier usuario puede acceder e interpretar la información de estos manuales.

Por otra parte, cualquier manual o guía de diseño no es válido para hacer diseño. En ocasiones, manuales que se difunden fácilmente entre el público tienen una calidad discutible. Es difícil que un usuario no especializado sea capaz de valorar la calidad de una guía si no ha utilizado ninguna antes. Lo mismo puede suceder con los repositorios de técnicas de creatividad (Mycoted, 2021; Neuronilla, 2021), cuyo uso puede ser incorrecto o limitado si el usuario no los ejecuta adecuadamente. Resulta complejo alcanzar una solución a esta cuestión, pues no existe una forma única y consensuada de evaluar los manuales de diseño. No obstante, optimizar la divulgación de los recursos académicos para alcanzar a un mayor rango de usuarios puede ayudar a alcanzar este fin.

La docencia en diseño de forma remota es una buena oportunidad para plantear una nueva forma de aprender y aplicar métodos de diseño. Esta situación ocasionada por el Covid-19 nos fuerza a decidir si aprovechar dicha oportunidad es beneficioso para actualizar y adaptar los nuevos métodos a esta tendencia. Aunque no todo vale: la red puede contener información difusa, confusa e incluso mal planteada. La calidad de los contenidos encontrados en Internet no se puede comparar con la formación reglada universitaria. Por ello, el método propuesto tiene la doble visión de la divulgación y la integración como contenidos complementarios en universidades y centros de educación superior reglada.

Es posible que un prosumer se aficione a estos contenidos, aunque solo sea para cubrir ciertas necesidades y consumir lo que necesita. Este comportamiento es habitual: los usuarios cubren sus necesidades concretas y vuelven sólo si desean

obtener más. Lo difícil en este caso es crear una comunidad, algo que sufren hasta las mayores plataformas MOOC. Estas plataformas no pueden retener a los estudiantes a pesar de tener unas elevadas cuotas de altas en sus cursos, obteniendo sólo una media del 6,5% en la tasa de finalización (Sinclair & Kalvala, 2016). Dicho porcentaje se correlaciona con la duración del curso, siendo la tasa de abandono mayor en los cursos más largos. En este sentido, resulta más valioso el aprendizaje cuando los contenidos son transmitidos por un compañero. Es el caso de YouTube (Fralinger & Owens, 2009), en el que los contenidos creados por otros alumnos son la base para el aula invertida y hacen que el interés de los estudiantes crezca y genere un pensamiento crítico al decidir qué se debe divulgar.

Los internautas, están habituados a hacer un consumo efímero de recursos en la red. Es tal la magnitud de contenido que pueden encontrarse, que resulta difícil mantener un alto nivel de atención todo el tiempo. Para compartir un método de diseño a través de esos mismos canales y plataformas, la duración no debe ser excesiva, proporcionando continuamente conocimientos que el usuario pueda aprovechar y evitando que la sobreinformación cause una pérdida de interés. Los métodos y herramientas del ámbito de diseño de producto son tangibles, difundirlos de forma online puede presentarse como una oportunidad para compartir sus beneficios y mejorar su uso tanto con usuarios noveles como por profesionales.

Por este motivo, la difusión del método propuesto se puede abarcar a través de dos canales principales. El primero, a través de una guía en formato libro desarrollada y editada en el marco universitario. Su vinculación directa con el ámbito académico puede facilitar notablemente su aplicación en la docencia y a su vez acredita el cumplimiento con unos estándares de calidad para aplicarlo también fuera de ella. La guía debe estar disponible tanto en formato físico como digital para ampliar así su divulgación. Sin embargo, este canal queda parcialmente restringido al sector universitario, siendo difícil que otros usuarios lo conozcan y compartan. Con el objetivo de alcanzar un mayor público, especialmente el no vinculado a la universidad, el segundo canal será de acceso abierto y online. De este modo, se propone adaptar la guía de diseño a un nuevo formato audiovisual en el que se presente como un tutorial.

La organización de los contenidos y el soporte en forma de videotutorial para una plataforma conllevan una inversión mayor de recursos que en el caso de una guía escrita. Sin embargo, se detecta un incremento de tutoriales y materiales docentes en todos los ámbitos de la red, lo que puede representar una oportunidad. A pesar de ello, el modelo de recursos en formato tutorial no se ha extendido al ámbito del diseño de producto, pero sí en diseño gráfico e ilustración, sobre todo en redes sociales. De este modo, puede suponer una nueva forma de divulgar diseño y llegar a la democratización digital (Blikstein, 2013) utilizando nuevos canales de comunicación y herramientas digitales.

La plataforma a través de la cual se propone difundir la guía es YouTube por ser la más popular y común en la búsqueda de tutoriales. El contenido puede ser presentado a través de una lista de reproducción que albergue el método completo. Esto permite elaborar una serie de vídeos que introduzcan los diferentes contenidos de la guía de una forma breve y dinámica. Dado que el consumo de contenido en este formato es efímero, se busca que cada vídeo tenga su independencia y valor propio. Para lograrlo se puede potenciar su posicionamiento individual con el objetivo de facilitar su aparición en los motores de búsqueda y lograr así que los usuarios acaben visualizando el método completo.

Experimentación en un proyecto real

Tras proponer un método de diseño y analizar la mejor forma de acercarlo a los usuarios finales, este apartado se centra en una primera aplicación a través de un proyecto real. El objetivo es valorar mediante la experimentación las pautas previas establecidas. Los resultados permiten conocer si los usuarios son capaces de comprender y aplicar el diseño modular correctamente para diseñar productos enfocados en el usuario prosumer. Además, también se podrán detectar posibles limitaciones y proponer una serie de mejoras en consecuencia.

La experimentación se divide en tres fases principales: búsqueda del ámbito de aplicación y planificación; realización de un taller de diseño grupal; y desarrollo de un producto completo a través de su diseño y fabricación final. Tras establecer el escenario idóneo para la aplicación del método, la experimentación se centra en la dirección de un Trabajo Fin de Estudios para el desarrollo de un producto con características modulares y de prosumer.

Tras la planificación inicial, las dos siguientes fases de experimentación se realizan directamente desde la aplicación. La primera lo hace de forma grupal en un taller con makers y diseñadores profesionales, y la segunda de forma individual por parte del autor del Trabajo Fin de Estudios. En ambos casos, también se realiza una primera validación que contribuye al desarrollo y mejora del método de evaluación propuesto en el último apartado de este capítulo.

Ámbito de aplicación y planificación

Como parte de las entrevistas realizadas, se obtuvo un listado de posibles ámbitos de aplicación del método propuesto. De entre todos ellos, se escogió el proyecto zaragozano *Make It Special*, una iniciativa cuyo objetivo es desarrollar productos adaptados a niños con necesidades especiales a través del procedimiento maker. Parte de este proyecto se centra en la colaboración no solo con makers, sino también con profesores y profesionales de algunos centros de educación especial.

Se realizaron reuniones con los impulsores del proyecto y se acordó participar en las sesiones con los centros educativos para conocer sus necesidades y buscar productos donde aplicar el método. No obstante, esta colaboración se vio paralizada por la situación provocada por la Covid-19. Ante este imprevisto, se reorientó el proyecto para asistir a una serie de talleres online de donde surgió una colaboración para desarrollar un casco de terapia restrictiva para plagiocefalia. El proyecto estaba enfocado a un caso concreto, pero se tomó el producto como referencia para analizar la viabilidad de modularizarlo. Tras realizar una búsqueda de información y una entrevista a una especialista, se concluyó que era muy complejo diseñar y fabricar esta tipología de producto, y que era necesario adaptarlo a cada caso concreto.

Algunas de las ideas que se valoraron se basaban en utilizar el diseño modular para adaptar y personalizar los cascos partiendo de una base común, tratar otros tipos de deformidades craneales o incluso hacer que el casco “creciera”. Tras visitar una clínica especializada en la fabricación de prótesis y cascos, se optó por descartar este ámbito de aplicación debido a la dificultad de aplicar innovación en un producto tan restringido. Se concluyó así que, en ámbitos con una solución única y a medida, como sucede en el sector médico, es difícil introducir nuevas especificaciones y características. Además, a pesar de resultar un proyecto muy interesante, no cumplía completamente con los requisitos establecidos en esta investigación. No tenía relación directa con el ámbito prosumer, pues el usuario final no era quien intervenía sobre el producto sino el especialista. Por este motivo, quedaron descartados los dos requisitos necesarios para aplicar el método: que fuera diseño modular y que estuviera enfocado al prosumer.

Como alternativa al proyecto descartado, se continuó con el trabajo de experimentación a través de un Trabajo Fin de Estudios que se centrara desde el principio en los objetivos de esta investigación. Se optó por este ámbito de aplicación por ser un proyecto más flexible y con unas características comunes, lo que permitía adaptarlo a las necesidades del método. Además, también se trataría de un proyecto real dado que uno de los objetivos establecidos en la propuesta era que el autor llegara a un nivel completo de desarrollo del producto, culminando en su posterior fabricación y montaje. De este modo, se redactó y publicó la propuesta del trabajo en la web la *Escuela de Ingeniería y Arquitectura (EINA)* de la *Universidad de Zaragoza*. La propuesta se dirigió específicamente a alumnos del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Producto.

A continuación, se cita la propuesta publicada:

“El prosumer, usuario que produce o fabrica parte de lo que consume, forma parte de una corriente de consumo en creciente desarrollo. Se trata de un usuario que no sigue una metodología de diseño establecida: su forma de diseñar es personal, no reglada y en ocasiones no compartida. El prosumer modifica, personaliza, diseña y fabrica componentes o partes de un producto con el objetivo de adaptarlo a sus deseos y necesidades. Por ello, para hacer sus propias creaciones se vale de aquellas partes del producto que no puede fabricar por sus propios medios. Estas partes pueden considerarse módulos funcionales que combina con sus diseños para crear algo diferente. Se identifica así que los productos modulares pueden facilitar la intervención del prosumer en las fases de diseño, fabricación o ensamblaje del producto final. En este aspecto, el presente trabajo propone utilizar el diseño modular para crear un objeto con características modulares diseñado y fabricado bajo la filosofía prosumer. El objetivo es evidenciar qué características del diseño modular son aplicables en la fase conceptual del diseño de producto teniendo en cuenta que la intervención sobre la fabricación es determinante. El trabajo también contempla el uso de una técnica de evaluación del diseño modular que facilite la selección de varios conceptos con características modulares.”

Además, también se definieron las siguientes fases de trabajo para asegurar la correcta aplicación del método propuesto:

- 1. Definir el término prosumer desde los diferentes enfoques que se vinculan con el diseño industrial. Establecer su relación actual y potencial con el diseño modular.*
- 2. Identificar sectores del mercado potenciales para el desarrollo de productos prosumer, así como para el desarrollo de productos modulares. Cruzar los resultados para detectar sectores coincidentes que sirvan para prosumer y diseño modular.*
- 3. Diseñar un producto que pertenezca a uno de los sectores identificados utilizando un método de diseño modular enfocado al prosumer en las fases conceptuales de diseño.*
- 4. Proponer tres conceptos con una profundidad suficiente como para ser evaluados con una técnica de selección basada en características del diseño modular.*
- 5. Modelar y/o prototipar la propuesta elegida resultando en un producto con módulos que el prosumer pueda adquirir y combinar para crear su propio diseño.*

El alumno encargado de realizar el trabajo fue Gevorg Rostomyan (Rostomyan, López-Forniés, & Asión-Suñer, 2021). Su desarrollo se ejecutó según lo establecido en las fases definidas, por lo que las primeras fases se centraron en analizar la información y conclusiones proporcionadas por esta investigación para identificar sectores del mercado potenciales para la aplicación del método. Tras la selección de una tipología de producto concreta, se procedió a la planificación de la experimentación para obtener conceptos de producto a través de dos talleres de diseño con profesionales externos. La Tabla 29 resume dicha planificación:

Fase		Actividad	Objetivo	Documentación	Resultado
1	Briefing (pre-taller)	Enunciar del proyecto antes de la sesión creativa	Definir el proyecto a realizar, buscar antecedentes, marcar objetivos a cumplir y plantear limitaciones (P.ej. ¿cuentan las cestas? ¿debe tener ruedas?)	Briefing "Sistema de almacenaje para la compra"	Conocimientos que nos ayudarán a lograr mejores resultados
2	Información (taller)	Definir diseño modular y prosumer a los asistentes	Que los asistentes comprendan los términos clave y el objetivo de la sesión: crear un producto modular para el usuario prosumer (productor y consumidor)	Presentación con ejemplos reales de aplicación	Correcta aplicación del diseño modular por parte de los asistentes
3	Proceso creativo (taller)	Explicar cómo será la sesión y el método de diseño	Presentar el entorno, método y herramientas a los asistentes para hacer la sesión más efectiva y evitar errores/conflictos que puedan costarnos tiempo	Presentación del método + Explicar taller	Boceto inicial para preparar el manual de uso del método
4	Identificación de funciones (taller)	Detectar funciones actuales y deseables del producto	Identificar las funciones actuales y aquellas podría resolver. Diferenciar las que dependen de módulos comerciales de las que se pueden diseñar	Fichas tarea 1	Funciones abstractas convertibles en componentes físicos
5	Definición de plataforma y módulos (taller)	Materializar las funciones definidas en módulos físicos	Dar forma a las funciones identificando la plataforma del producto (si la necesitara), los módulos independientes y las conexiones entre ellos	Fichas tarea 2	Estructura del producto, componentes y tipo de conexión entre ellos
6	Generación de conceptos (taller)	Generar conceptos, describirlos y visualizarlos	Generar varios conceptos basados en la estructura, conexiones y módulos identificados. Encontrar diferentes formas de resolver una misma idea	Fichas tarea 3	Conceptos bien definidos para entenderlos y valorarlos
7	Evaluación (post-taller)	Evaluar los conceptos obtenidos en la sesión creativa	Evaluar las ideas surgidas a través de un checklist que permita valorar el nivel de diseño modular de cada una, así como implementar mejoras	Métrica basada en método checklist	Optimización de los conceptos y elección de uno de ellos
8	Desarrollo (post-taller)	Desarrollo del producto hasta un alto nivel de detalle	Desarrollar el concepto elegido en su totalidad (evolución formal, características técnicas, prototipado, materiales, fabricación, uso, etc.)	Desarrollo final del producto	Documentación y visualización del resultado final

Tabla 29. Planificación de la experimentación con el método de diseño propuesto.

Taller de diseño con makers y diseñadores

Este apartado presenta una primera aplicación del método propuesto en un taller de diseño realizado durante la fase de conceptualización de un proyecto real. El objetivo fue diseñar un carro portátil multifunción que cumpliera con las características de diseño modular y estuviera enfocado en los usuarios prosumer. Para ello, se explicó a los asistentes cuáles eran los términos clave y el método de diseño a utilizar. Posteriormente, se realizaron dos ejercicios grupales para idear

nuevas aplicaciones y proponer limitaciones y soluciones. El taller concluye con la conceptualización individual del producto, dando lugar a 22 conceptos de diseño que fueron evaluados por los participantes. Debido a la falta de consenso, se realizó una segunda evaluación por los tres coordinadores del taller. El concepto mejor valorado fue evolucionado en la fase de desarrollo posterior, incluyendo su fabricación. Los resultados ofrecen conclusiones sobre la consecución de los objetivos planteados, cómo enfocar el método a usuarios no especializados, cuáles fueron las características más aplicadas del diseño modular y qué herramientas de fabricación se propusieron para los prosumers. Además, se realizan una serie de recomendaciones para favorecer la aplicación futura del diseño modular en los prosumers, así como para crear nuevas guías de diseño en este ámbito.

La relevancia y novedad de este trabajo recae en la experimentación de un nuevo método de diseño modular en un ámbito centrado en el usuario, y no en la fabricación y desarrollo del producto como se había hecho hasta ahora. Es importante porque ya se había analizado y trabajado previamente desde el ámbito teórico, pero todavía no se había llevado a cabo una aplicación real con usuarios externos. Esto permite comprobar la teoría, y verificar la utilidad y aplicabilidad real del método propuesto. Por otra parte, es un primer testeo para ver cómo lo entienden los usuarios y ofrecer así conclusiones que contribuyan a la creación de futuras guías de diseño autoexplicables.

El trabajo presenta los resultados de dos talleres de diseño en los que se ha utilizado el método propuesto. La finalidad es analizar si los participantes lo comprenden correctamente y si son capaces de aplicarlo sin dificultad. Para ello se muestran un total de 22 conceptos de diseño generados en los talleres, uno por cada participante. Cada concepto fue evaluado con una métrica que valora la presencia de características prosumer y de diseño modular. Los resultados permiten detectar posibles mejoras a implementar tanto en la creación del método de diseño propuesto como en la métrica de evaluación utilizada.

Como resultado del taller, los participantes aprendieron un nuevo método para diseñar productos modulares para el prosumer y adquirieron conocimientos sobre nuevos conceptos de diseño y métodos de evaluación. En cuanto al desarrollo y optimización del método de diseño propuesto, el taller ofrece unos resultados que permiten evaluar si el proceso es satisfactorio tanto por la participación de los usuarios como por los conceptos desarrollados. A su vez, también permite conocer si existen diferencias entre los resultados de los usuarios maker y de los diseñadores con el objetivo de valorar si el método es igualmente aplicable a perfiles no especializados en diseño de producto. En conjunto, estas conclusiones permiten corregir y refinar el método, así como potenciar sus puntos fuertes.

Como paso previo a la realización del taller, se realizó una prueba piloto con un usuario externo que cumplía con el perfil de maker y de diseñador. Esto permitió optimizar el tiempo del taller, así como la forma de transmitir el método. Posteriormente, se llevaron a cabo dos talleres independientes de dos horas cada uno. El formato fue online y se desarrollaron paralelamente con la herramienta *Google Meet* y la plataforma de trabajo colaborativo *Miro* (Miro, 2021). En ambos se formaron tres grupos de cuatro personas que fueron orientados por un coordinador del taller en todo momento. Los grupos se concibieron por paridad tanto de perfiles (diseñadores y makers) como de sexo. Sin embargo, fue especialmente difícil encontrar perfiles maker femeninos. A pesar de que finalmente se mantuvo la paridad de sexo en el total de los participantes, no fue así con sus perfiles, obteniendo una participación de 14 diseñadores frente a 8 makers. Debido a la ausencia de dos participantes, se generaron un total de 22 conceptos de diseño que fueron evaluados por los asistentes.

El producto a diseñar fue un carro portátil multifunción para cubrir necesidades personales. Para ello, el taller siguió la siguiente estructura:

1. **Explicación del método:** Se definieron los términos clave del método, así como su objetivo principal. Tanto para definir *diseño modular* como *prosumer*, se mostraron ejemplos reales que facilitaron su comprensión y se explicaron las diferencias con otros términos similares. También se establecieron las características básicas que debían cumplir los conceptos: transformables, adaptables, personalizables y actualizables.
2. **Nuevas aplicaciones e ideación:** A través de un *brainstorming* (Neuronilla, 2016) los participantes reflexionaron sobre nuevas aplicaciones para el producto propuesto teniendo en cuenta las mejoras que pueden ofrecer el diseño modular y el carácter *prosumer*. Primero propusieron potenciales aplicaciones y después anotaron ideas en cada una de ellas para, finalmente, seleccionar la aplicación que los participantes quisieran desarrollar en el taller.
3. **Limitaciones y soluciones:** En este segundo *brainstorming* se analizaron las dificultades y limitaciones de la nueva aplicación con respecto a sus características modulares y de *prosumer*. Los participantes propusieron una serie de soluciones que aplicarían en el concepto a desarrollar.
4. **Conceptualización:** Cada participante desarrolló individualmente un concepto siguiendo una plantilla con los siguientes elementos: definición, novedad, representación gráfica, aspectos positivos, aspectos a resolver, características de *prosumer* y características de diseño modular. Luego, cada asistente presentó su concepto al resto de participantes y pusieron ideas en común.
5. **Evaluación:** El taller concluye con la evaluación mediante un checklist (Figura 27) de cada concepto por parte de todos los participantes. Se valoraron las

características de *diseño modular*, *diseño modular + prosumer* y *prosumer* a través de preguntas que podían responderse gradualmente entre un sí o un no ubicando un punto entre ambos extremos. Todos los participantes realizaron una valoración individual y simultánea sobre el mismo checklist, por lo que todas las respuestas eran visibles durante la evaluación del concepto.

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + 	 - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?		
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?		
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?		
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + 	 - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?		
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?		
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?		
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?		
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + 	 - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?		
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?		
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?		

Figura 27. Método de evaluación aplicado sobre uno de los conceptos del taller.

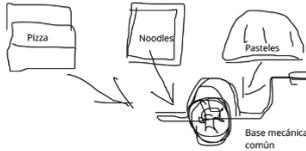
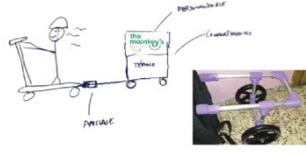
Tras finalizar el taller y analizar los resultados, se observó que la evaluación realizada por los participantes no era determinante debido a la falta de consenso de las respuestas, el límite de tiempo y la escasa experiencia de los evaluadores en el ámbito trabajado. Además, el hecho de realizarla simultáneamente pudo condicionar en las respuestas individuales. Por este motivo, los tres coordinadores del taller realizaron una segunda evaluación interna de los conceptos. La mayor experiencia de los evaluadores en diseño modular y prosumer, junto a su visión externa de los conceptos, hace que esta segunda evaluación pueda ser más objetiva y precisa. Por otra parte, no se estableció un límite de tiempo para realizarla, dando lugar a una mayor reflexión y debate sobre los conceptos valorados.

El método utilizado durante la evaluación interna fue el mismo que el empleado en los talleres (Figura 27). Se trata de una primera propuesta basada en un checklist que se desarrolla en mayor detalle en la siguiente fase de este capítulo. En el caso de la evaluación interna, las respuestas fueron privadas y ocultas al resto de

evaluadores para asegurar que no se condicionaran entre ellas. Las valoraciones sólo se revelaron al finalizar la evaluación de todos los conceptos para poder debatir las respuestas y analizar los resultados.

De entre todas las evaluaciones, hubo dos conceptos que destacaron por sus valoraciones consensuadas y por su alto nivel de diseño modular y de prosumer. En el desarrollo posterior al taller, ambos fueron parcialmente evolucionados para poder valorar la viabilidad de su fabricación y desarrollo posterior. Finalmente, se escogió uno de ellos para trabajarlo y evolucionarlo completamente en el Trabajo Fin de Estudios. Así, la fase de experimentación finaliza con el desarrollo y fabricación de un carro portátil multifunción enfocado a realizar la compra en supermercados y grandes almacenes que puede ser fabricado por el usuario final.

A continuación, La Tabla 30 enumera los conceptos de diseño creados durante los dos talleres. Esto permite conocer cómo se utilizó el diseño modular para crear productos centrados en el prosumer y si los usuarios aplicaron correctamente los términos presentados para alcanzar los objetivos del taller. Además de segmentarlos según la aplicación ideada por cada grupo de trabajo, se aporta una breve descripción y una representación gráfica de cada uno de ellos para facilitar su comprensión. Por otra parte, al comienzo de cada definición se especifica si el concepto corresponde a un participante de perfil maker (M) o diseñador (D). En el *Anexo II*, el apartado *Sesión creativa con makers y diseñadores* muestra los resultados detallados de cada concepto, así como su evaluación y la presentación inicial que se realizó en los talleres para explicar el método de diseño.

Aplicación	Nº	Definición del concepto	Imagen del concepto
Llevar comida a domicilio en bicicleta o patinete. Uso enfocado a repartidores de comida.	1	D: Producto personalizado para cada tipo de restaurante y comida. Se adapta a usos concretos y puede ser diseñado por el comprador. Tiene una base común para todos los complementos.	
	2	D: Complemento para riders como alternativa a las actuales mochilas. Tiene una mayor capacidad, se puede personalizar según la empresa y sus piezas con fácilmente reemplazables.	
	3	M: Carro que puede conectarse a cualquier vehículo eléctrico con un anclaje universal. Mantiene la temperatura del producto y facilita su reparto	
	4	M: Elemento que funciona con energía solar para llevar alimentos delicados. Se adapta a los repartos mediante compartimentos intercambiables.	<i>No se desarrolló representación gráfica</i>

Recoger y separar los residuos y deshechos de casa para transportarlos al contenedor	5	D: Plataforma sobre la que se acoplan módulos plegables que pueden ser usados de forma independiente como cubos, cajones, contenedores, etc.	
	6	D: Carro portátil con una base rígida sobre la que se colocan compartimentos de diferentes tamaños. El producto se adapta según las circunstancias.	
	7	M: Vehículo de tracción animal asistida para recogida selectiva de residuos en la vía pública y entornos urbanos. Montaje enfocado al autoempleo.	
Transportar comida para consumir en el exterior. Posibles entornos: trabajo, picnic, excursión, etc.	8	D: Transportín para comer al aire libre. Los módulos, de diferentes tamaños, se unen entre ellos y poseen una placa solar que les aporta autonomía para conservar y preparar la comida.	
	9	D: Maleta de picnic compuesta de módulos encajables de medidas estándar. Tiene ruedas y asas acoplables. Cada módulo tiene una función: calentador, cosas frágiles, etc.	
	10	M: Mochila de comida para viajes con extensiones modulares para transformarse en una estación de descanso	
	11	D: Módulos apilables para diferentes tipos de comida que se guardan en la nevera y están listos para llevar en cualquier momento. Ahorrar tiempo.	
Reducir esfuerzos en el desplazamiento y subida de pesos. Usuario: Personas de edad avanzada o con problemas de movilidad.	12	D: Andador que facilita la carga y descarga de productos. Posee módulos adaptados al usuario, como de primeros auxilios. Tiene asistencia eléctrica.	
	13	D: Carro con motor para subir la compra en edificios sin ascensor. Módulos apilables y plegables. Ruedas oruga.	
	14	M: Transportador para almacenes y naves con motor integrado capaz de moverse de forma autónoma.	
	15	M: Carro multifunción para personas con movilidad reducida. Geolocalización, botón de asistencia. Módulos textiles lavables y reutilizables.	

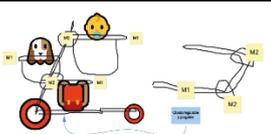
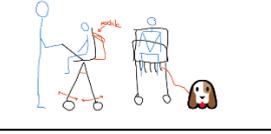
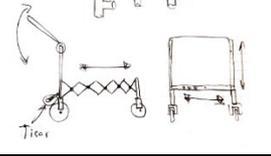
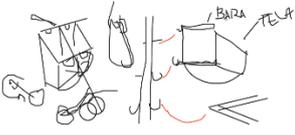
Transportar simultáneamente a la mascota y al bebé, así como los objetos que cada uno de ellos requiere	16	D: Carriage-flex transformable que se adapta al día a día. Cuenta con tres módulos: mascota, niño y objetos. Se pueden utilizar independientemente.	
	17	D: Carro alto con mochila separable y silla para el bebé. Posee enganches para unir la correa de la mascota al carro.	
	18	M: Estructura con una base común capaz de adaptar sus medidas. Estructura y movimiento versátil. El producto es fabricado por el usuario.	
	19	D: Estructura a base de tubos con uniones universales. Es posible añadir más tubos horizontales y redimensionarlo según su aplicación.	
Mover la compra dentro del supermercado o grandes almacenes y transportarla posteriormente a casa	20	D: Carrito de la compra plegable y ajustable. Se adapta a bolsas, cajas y otros productos. Tiene un eje central con enganches a diferentes alturas.	
	21	D: Cesta de tela plegable con ruedas. Los módulos son cajas acoplables de diferentes tamaños. Fácil de guardar. Los módulos también se pliegan.	
	22	M: Carro plegable con compartimentos que se pueden agregar a otros elementos de transporte como bicicletas o carritos de bebé.	

Tabla 30. Lista completa de conceptos generados durante los dos talleres de diseño.

Es necesario tener en cuenta que se trata de propuestas conceptuales desarrolladas en un taller con tiempo limitado (120 minutos). Por esta razón, todas tienen un nivel de definición similar y requieren de una mayor evolución y desarrollo posterior. Por otra parte, los conceptos pertenecientes a un mismo grupo de trabajo y aplicación muestran grandes similitudes entre ellos. Esto se debe a que los dos ejercicios previos de brainstorming están enfocados a presentar ideas y soluciones de manera grupal, por lo que su posterior aplicación individual hace que muchos de los conceptos coincidan a nivel funcional e incluso formal.

El taller concluyó con la evaluación de todos los conceptos por parte de los participantes de cada grupo. No obstante, estos resultados no han sido incluidos al no ser determinantes debido a la falta de consenso en las respuestas obtenidas, aunque se pueden consultar en el *Anexo II*, en el apartado *Sesión creativa con makers y diseñadores*. Esta primera prueba del método de evaluación desvela que la evaluación todavía es compleja y poco precisa para ser aplicada por evaluadores externos. Por ello, requiere de una revisión en detalle por parte de los coordinadores para valorarla y detectar posibles mejoras a implementar en la siguiente fase del presente capítulo.

En la evaluación interna llevada a cabo por los coordinadores del taller, las preguntas y la escala de respuestas se mantuvieron igual que en el taller de diseño. La valoración completa se puede consultar en el *Anexo II*, en el apartado *Evaluación interna de los conceptos*. La Tabla 31 sintetiza estos resultados. Las columnas representan a cada concepto de acuerdo a la numeración de la Tabla 30, mientras que las filas establecen las características a valorar de cada ámbito: diseño modular (*independencia, conectividad y variabilidad*), diseño modular + prosumer (*transformable, adaptable, personalizable y actualizable*) y prosumer (*módulos propios, participación y fase de intervención*).

Los resultados se presentan mediante colores según el siguiente criterio:

- **Verde:** Valoración positiva de la característica, si las tres valoraciones se encontraban entre el máximo (*Sí*) y el centro de la escala.
- **Amarillo:** Valoración intermedia, si las tres valoraciones estaban próximas al centro de la escala.
- **Rojo:** Valoración negativa, si las tres valoraciones se ubicaban entre el centro de la escala y el mínimo (*No*).
- **Gris:** Valoración no válida por falta de consenso, si las tres valoraciones se encontraban fuera de los anteriores rangos.

Finalmente, la Tabla 31 destaca en su última fila ocho de los productos más destacables de la valoración. Estos corresponden a dos por cada aspecto a destacar: valoración positiva en todo (*T*), valoraciones más altas en diseño modular (*M*), valoraciones más altas de prosumer (*P*) y valoraciones más bajas en todo (*No*). El resto de productos no tenían valoraciones destacadas o, si las tenían, eran inferiores a los productos indicados. Esta selección contribuye a conocer las fortalezas y debilidades de los conceptos más destacados con el objetivo de aprender unos de otros e incluso intercambiar soluciones de diseño.

Caract.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Indep.	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Amarillo	Gris	Gris	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Gris	Verde	Gris	Gris	Rojo	Verde	Verde	Verde
Conect.	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Gris	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Verde	Gris	Amarillo	Verde	Gris	Verde	Gris	Verde	Verde	Verde
Variable	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Rojo	Verde	Verde	Gris	Verde	Gris	Gris	Rojo	Amarillo	Verde	Amarillo	Gris	Amarillo	Verde	Verde	Gris
Transf.	Gris	Amarillo	Gris	Gris	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Verde	Verde	Gris	Gris	Amarillo	Gris	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Verde	Gris
Adapt.	Gris	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Gris	Verde	Verde	Verde	Verde	Gris	Gris	Amarillo	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Verde	Verde
Person.	Verde	Verde	Verde	Gris	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Gris	Gris	Amarillo	Verde	Amarillo	Gris	Gris	Verde	Amarillo	Amarillo
Actual.	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Gris	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Gris	Amarillo	Gris	Verde	Verde	Amarillo
M. Prop.	Gris	Verde	Gris	Amarillo	Verde	Gris	Amarillo	Amarillo	Gris	Verde	Verde	Gris	Verde	Amarillo	Amarillo	Verde	Verde	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Gris
Partici.	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Amarillo	Verde	Gris	Gris	Amarillo	Amarillo	Verde	Amarillo	Gris	Amarillo	Gris	Rojo	Verde	Gris	Verde	Verde	Amarillo	Verde	Amarillo
Fase	Verde	Amarillo	Verde	Gris	Verde	Verde	Gris	Amarillo	Gris	Verde	Verde	Gris	Gris	No	Gris	Verde	Gris	Amarillo	Gris	Verde	Amarillo	Amarillo
Destac.	M	-	M	-	T	-	No	-	-	P	-	-	-	No	-	P	-	-	-	T	-	-

Tabla 31. Evaluación interna realizada por los tres coordinadores del taller.

La elección final se realizó entre los dos conceptos con las valoraciones más altas en todos los ámbitos: la plataforma para recoger y separar residuos (Nº5), y el carro de la compra plegable para supermercados y grandes almacenes (Nº20). Tal como se detalla en el siguiente apartado, tras evolucionarlos parcialmente se optó por desarrollar el concepto número 20.

En conclusión, los resultados del taller han sido satisfactorios tanto por los conceptos obtenidos como por el correcto uso y comprensión del método de diseño utilizado. La sencillez de su aplicación hace que el taller sea fácil de reproducir por los participantes, ya sea individual o colectivamente. Tras una reflexión y generación de ideas iniciales en grupo, la conceptualización se llevó a cabo de forma individual para que cada participante pudiera expresar la aplicación elegida bajo una visión propia. En términos generales, la participación fue alta, voluntaria y activa, dando lugar a unos resultados de calidad a pesar del corto espacio de tiempo disponible. Los conceptos, tanto de diseñadores como de makers, se han adecuados a la dinámica del taller y sus objetivos, así como a los conocimientos propios de los participantes.

Sobre el **prosumer**, se detectan algunas ideas que reafirman su carácter:

- Al definir el objeto queda claro qué piezas son factibles construir y cuáles es preferible comprar. Entre las piezas a construir, destacan los soportes, fijaciones, decoraciones, asas y carcasas. Mientras que en las piezas a comprar encontramos tubos, ruedas, tornillería, componentes eléctricos y telas.
- La intervención del prosumer responde a una alta personalización y adaptación para cubrir sus necesidades particulares, creando así soluciones a medida. En este aspecto, encontramos que adapta el producto a diferentes entornos y usos a través de la variabilidad y transformación del producto mediante sus módulos.
- Se logra reducir los costes y el impacto medioambiental del producto final al reutilizar piezas y módulos. El prosumer puede fabricar módulos nuevos para actualizar el producto o reparar los existentes para alargar su ciclo de vida.
- El método permite al usuario introducirse en el uso de la electrónica y las herramientas propias de un Fab Lab para construir y editar su propio producto.
- Debe considerarse el uso de plataformas digitales y redes sociales para compartir ideas y materiales. En este aspecto, también existe la posibilidad de integrar colaboraciones no sólo entre prosumers, sino también con empresas (por ejemplo: fabricantes, vendedores, empresas de servicios, etc.).

Sobre el **diseño modular** se identifican algunas características destacables:

- El producto final permite implementar ediciones futuras a lo largo de su ciclo de vida, dando lugar a una evolución gracias a la actualización de sus módulos.

- Las adaptaciones no solo pueden realizarse en diferentes entornos y usos, sino también en otros productos gracias a la compatibilidad de las conexiones. Esto permite incluir tanto a fabricantes de productos, como de servicios.
- Encontramos funciones comunes entre los módulos desarrollados en los diferentes conceptos como la capacidad de plegarse/extenderse, la variación en el orden de elementos y la facilidad para recogerlos y/o transportarlos.
- Entre todas las características que el diseño modular aporta a un producto, destaca la multifuncionalidad al permitir añadir, retirar o transformar piezas que cambian las funciones y/o prestaciones del producto.
- La presencia de módulos, ya sean fabricados o comprados, favorece su reutilización. Si nos centramos en las características comunes entre prosumer y diseño modular (transformable, adaptable, personalizable y actualizable) vemos que se puede aumentar el ciclo de vida de los productos, alargando las fases de crecimiento y madurez, y evitando al máximo su declive.

Dependiendo del perfil del usuario, se observan ciertas diferencias en la aplicación del método de diseño. Mientras que los makers se centran en la fabricación y el desarrollo de módulos propios con un nivel de innovación medio-bajo, los diseñadores trabajan las nuevas aplicaciones definidas y la incorporación del diseño modular. Ambas visiones tienen sus beneficios y lo óptimo sería que se aplicaran al mismo tiempo. No obstante, esto puede suponer un desafío a la hora de generalizar el método para todo tipo de perfiles. Es complejo conocer la experiencia previa del usuario, sobre todo en el caso de los no especializados.

Los resultados de la evaluación realizada en el taller evidencian la necesidad de evolucionarla para hacerla más objetiva y aplicable. En su aplicación, hubo una serie de condicionantes que pudieron afectar a su funcionamiento. Esto plantea ciertas cuestiones: ¿los resultados hubieran sido los mismos si los evaluadores no conocieran las valoraciones de los demás? ¿Cómo habrían valorado si dispusieran de más tiempo? ¿Es necesario aportar más información sobre el producto o los términos clave? Es posible que la dinámica generada en el grupo durante la sesión afectara también en la objetividad de las evaluaciones. Para obtener una mayor precisión, puede resultar útil crear niveles que sustituyan a la escala actual. También es importante potenciar el pensamiento individual para contrastar y debatir los resultados de las valoraciones, y así alcanzar una mayor objetividad.

Se ha identificado dificultad a la hora de entender y evaluar la característica *transformable* tanto en las evaluaciones del taller como en la de los coordinadores. Algunos usuarios manifestaron que su definición les resultaba similar a otras, como *adaptable*, y por tanto les costaba diferenciarlas. En un desarrollo posterior se deberá valorar si la característica *transformable* es necesaria en la aplicación del método de evaluación o si se debería prescindir de ella y dejar únicamente tres características a evaluar por ámbito (*diseño modular*, *diseño modular + prosumer* y *prosumer*).

La aplicación del diseño modular sigue generando confusión en algunos usuarios. A pesar de explicar al comienzo su diferencia con otros términos, algunos conceptos terminan aplicando diseño paramétrico o diseño de módulos idénticos. Este hecho genera dudas sobre cómo mejorar esta aplicación. Proporcionar más información puede ser contraproducente en sesiones con límite de tiempo, mientras que la presencia de ejemplos facilita su comprensión, pero también condiciona los conceptos. Un punto intermedio puede ser ampliar la información con pictogramas y elementos visuales neutros que apoyen la explicación de una forma objetiva.

Trabajo Fin de Estudios: Diseño modular para el prosumer

Como se ha indicado previamente, las fases iniciales del trabajo analizaron sectores potenciales para la aplicación del método de diseño. Se concluyó que el sector del transporte generaba un especial interés, por lo que se centró la experimentación en los carros de transporte por su versatilidad, adaptabilidad, estandarización y posibilidad de intervención. Además, se buscó un producto que cualquier usuario hubiera utilizado para que se pudiera basar en su propia experiencia y necesidades. En el caso de haber seleccionado un producto más específico, como del sector agrícola, sólo los expertos podrían haber realizado propuestas innovadoras y viables.

Entre los resultados de la evaluación interna de los 22 conceptos (Tabla 31) hubo dos que destacaron por sus valoraciones consensuadas y su alto nivel de diseño modular y de prosumer (Nº5 y Nº20). En este aspecto, también destacó el concepto Nº3 por su alta valoración de diseño modular y su facilidad para optimizar sus características prosumer en un desarrollo posterior. De este modo, los tres conceptos fueron parcialmente evolucionados para valorar la viabilidad de su fabricación y desarrollo. La Tabla 32 muestra una visualización de cada evolución, así como sus respectivas valoraciones totales en los tres ámbitos. Como se puede observar, en la evolución se desarrollaron dos alternativas del concepto Nº20. La evaluación en esta ocasión se realizó conjuntamente entre los tres evaluadores para compartir opiniones y debatir sobre la evolución potencial de cada concepto en cada característica.

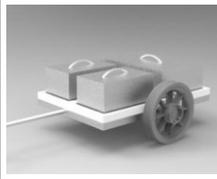
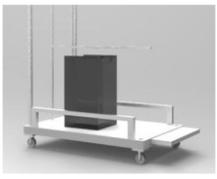
	Nº3	Nº5	Nº20 I	Nº20 II
				
Diseño Modular	11	7	6	11
DM + Prosumer	11	6	8	12
Prosumer	12	8	9	11
Total	34 / 36	21 / 36	23 / 36	34 / 36

Tabla 32. Evaluación de los conceptos evolucionados tras la evaluación interna.

La evaluación de los cuatro conceptos seleccionados muestra que el N°3 y el N°20 II son los mejores valorados tras su evolución. No obstante, se decidió desarrollar finalmente el concepto N°20 II. Una de las razones de esta elección fue la alta capacidad del producto para construirlo y ensamblarlo mediante procesos ordinarios de fabricación, como la impresión 3D, y materiales estandarizados, como los tubos de PVC o aluminio. Además, otra de las ventajas que presentaba esta propuesta ante las demás era la facilidad de utilizarla con productos de uso cotidiano como bolsas, cestas y cajas. Por otra parte, su público objetivo es más general que en el concepto N°3, enfocado a repartidores, y no requiere de ningún medio de transporte para poder ser utilizado como sucedía en el caso del N°3 (bicicletas y patinetes). De este modo, el concepto finalmente desarrollado fue el N°20 II: un carro portátil multifunción enfocado a realizar la compra en supermercados y grandes almacenes que puede ser fabricado por el usuario final.

En cuanto a su evolución y desarrollo posterior, se sustituyó la estructura de un eje por otra de dos para proporcionarle más estabilidad al producto en reposo. También se desarrolló un sistema de plegado cuyas juntas fueron diseñadas y modeladas para fabricarlas posteriormente mediante impresión 3D. Como ejemplo de ello, la Figura 28 muestra la secuencia completa de plegado. Por otra parte, también se incorporó una base extensible capaz de adaptarse a diferentes tamaños de carga.



Figura 28. Secuencia completa de plegado del carro portátil desarrollado.

Para concluir, el producto fue ensamblado y testado con el objetivo de implementar posibles mejoras. La Figura 29 muestra cuatro visualizaciones del resultado final del proyecto en las que se puede apreciar su uso potencial con diferentes elementos que se unen mediante los soportes ubicados a diferentes alturas (izquierda) y su fabricación final con el procedimiento maker (derecha).



Figura 29. Modelado 3D y prototipo del concepto N°20 desarrollado en el taller.

El desarrollo completo del trabajo se puede consultar en: Rostomyan, G., López-Forniés, I., & Asión-Suñer, L. (2021). *Diseño modular para el usuario prosumer*. Universidad de Zaragoza.

Método de evaluación: desarrollo y aplicación

En este apartado se lleva a cabo la propuesta, desarrollo y validación de un método de evaluación de productos modulares para el prosumer. El resultado permite valorar conceptos basados en diseño modular en las fases iniciales de diseño de producto. Asimismo, es aplicable en la optimización de productos ya existentes. Esta evaluación tiene especial importancia al ayudar al usuario final a comprender qué es el diseño modular y cómo puede aplicarse correctamente para beneficiar al prosumer.

Como punto de partida, se presenta un checklist que evalúa el cumplimiento las características esenciales y complementarias del diseño modular identificadas en el Capítulo 2 de la presente tesis. Posteriormente, la propuesta es evolucionada para evaluar también las características de prosumer, así como las características comunes entre el ámbito del diseño modular y del prosumer. Se realizó un primer testeo de esta propuesta durante un taller de diseño que reveló que los usuarios tenían dificultades para aplicar el método y que se requería un mayor conocimiento de los términos clave por su parte. Además, se detectó cierta falta de consenso en los resultados de las evaluaciones.

No obstante, este primer testeo no se incluye en este apartado al formar parte de una experimentación mayor que no sólo abarcaba la evaluación de conceptos, sino también su ideación y representación bajo un objetivo común.

El siguiente paso en el desarrollo del método de evaluación fue trabajar en su mejora, así como validar su aplicación en múltiples tipologías de producto. De este modo, se evaluaron un total de 35 productos del mercado por parte de tres

evaluadores con experiencia en el ámbito. Tras esto, se evolucionó la presentación de la propuesta ante usuarios no especializados siguiendo el estilo gráfico y comunicativo establecido en fases previas. La última fase del proceso se centró en la validación del método por parte de 24 profesionales externos con el objetivo de conocer su objetividad y consensualidad.



Figura 30. Proceso de desarrollo y validación del método de evaluación.

Como resumen y para facilitar la comprensión del proceso de desarrollo completo, la Tabla 33 muestra sus fases principales, así como los objetivos y resultados de cada una de ellas:

Fase	Objetivo	Resultado
1. Checklist básico para evaluar el diseño modular	Evaluar las características esenciales y complementarias del diseño modular	Primera propuesta del método. El checklist evalúa solo al diseño modular, no al prosumer
2.1 Primer test con usuarios en un taller de diseño	Analizar cómo presentar el método a evaluadores externos. Detectar puntos fuertes y débiles	Confusión y dificultad en la aplicación debida a la falta de conocimiento. Necesidad de optimizar el método
2.2. Aplicación en 35 productos y optimización	Evaluar la aplicación en múltiples tipos de productos. Mejorar su comprensión y objetividad	Propuesta mejorada lista para ser validada por evaluadores externos. Conclusiones sobre su aplicabilidad
3. Validación final con usuarios externos	Analizar la efectividad y el nivel de consenso a través de la aplicación del método por 24 evaluadores	Feedback de los evaluadores y resultados que contribuyen a obtener una versión final del método

Tabla 33. Proceso de creación, desarrollo y validación del método de evaluación.

El apartado concluye así con la presentación de la herramienta de evaluación optimizada y lista para su uso. Además, se presenta también una guía que detalla los términos clave y ejemplifica los niveles del método. Por otra parte, aunque el método esté listo para ser usado, la evaluación con usuarios externos concluye con una serie de propuestas en las que se pueden seguir trabajando como parte de un desarrollo futuro que permita alcanzar una objetividad mayor.

Checklist para evaluar el diseño modular

Mediante una correcta evaluación del diseño modular se puede mejorar su aplicación por parte del usuario final al ofrecer un mejor entendimiento del término. Se presenta una herramienta de evaluación a través del filtrado de una serie de características esenciales y complementarias que se han considerado inherentes al diseño modular (ver Capítulo 2). La aplicabilidad de esta caracterización permite hacer una evaluación en las fases conceptuales de diseño de producto y mejorar así su futuro desarrollo. Para hacer que la herramienta sea accesible y fácil de usar, se proponen una serie de preguntas que ayudan a verificar el cumplimiento de cada característica por separado. El objetivo es que el usuario pueda responder a cada una con un *Sí*, *Parcialmente* o *No*, indicando si el producto cumple con cada característica (*Sí/No*) o si sólo algunos módulos cumplen con ella (*Parcialmente*). Para testar la herramienta propuesta y verificar su usabilidad, se evalúan seis productos actuales considerados en el mercado como diseño modular.

La caracterización utilizada se basa en una detallada revisión bibliográfica donde las características fueron contadas (Tabla 9) y definidas (ver *Definición de las características* en el Capítulo 2). Esto supone la premisa para el desarrollo de la herramienta que permite valorar si un producto puede ser considerado diseño modular o no. De este modo, la Tabla 34 muestra de forma sintetizada la definición de cada una de estas doce características. Siguiendo la clasificación realizada en el Capítulo 2, las tres primeras son *esenciales*, pues deben estar presentes al mismo tiempo para obtener un diseño modular, y las nueve restantes son *complementarias*, ya que mejoran el grado de modularidad de un producto. Además, la presencia de las características complementarias depende del cumplimiento de las esenciales. La Tabla 34 indica estas dependencias con respecto a la Independencia (I), Conectividad (C) y Variabilidad (V) del producto. Las dependencias más fuertes se han indicado en mayúsculas, mientras que las más débiles aparecen en minúsculas.

Característica	Descripción	Dependencia
Independiente (I)	Un sistema modular consiste en módulos independientes que funcionan como un todo. El diseño modular se basa en la relación entre lograr la independencia funcional y reducir las integraciones entre módulos, permitiendo cambiar componentes sin afectar al resto.	-
Conectable (C)	Conectar elementos de construcción en grupos con los que ensamblar variantes. Gracias a la compatibilidad entre conexiones, las arquitecturas de producto modulares y las plataformas pueden utilizar elementos comunes que den lugar a la intercambiabilidad y la estandarización.	-
Variable (V)	El diseño modular es un elemento de diseño básico para promover la diversidad de producto. Esto hace posible generar una variedad de productos a través de la combinación de plataformas y módulos, dando lugar a familias de producto o variantes del mismo producto.	-
Económico	Reducción del coste y el tiempo en el diseño, desarrollo y fabricación de productos complejos. El diseño modular contribuye al logro de una economía de escala mediante la reutilización de elementos testados.	objetivo
Multifuncional	Cubrir y expandir el número de funcionalidades, dando como resultado un diseño orientado a funciones que se puede integrar en diferentes sistemas para un mismo propósito funcional, pero sin modificaciones.	I C V
Adaptable	Reemplazar módulos para mejorar la funcionalidad con un impacto mínimo en el sistema, lo que le permite ajustarse y adaptarse a los cambios, tanto temporales como permanentes.	I C V
Intercambiable	División y descomposición de la arquitectura del producto en módulos para facilitar su intercambio en un tiempo de ciclo reducido, facilitando a su vez la combinación de componentes.	I C
Estandarizado	La estandarización de componentes, interfaces y procesos permite intercambiar diferentes tamaños o versiones de un módulo, lo que genera beneficios potenciales de variedad.	i C
Flexible	Facilidad para incorporar futuras modificaciones y permitir la expansión de elementos mediante el rediseño, cambio o evolución de módulos, favoreciendo así la innovación.	I C v
Actualizable	Renovación continua a través de la actualización del sistema cuando se desarrolla nueva tecnología para mejorar una función específica, afectando solo a un módulo de producto.	I C
Personalizable	Elegir y combinar módulos de acuerdo con las preferencias específicas del cliente para crear un producto final que se adapte a sus deseos y necesidades.	c V
Reutilizable	La intercambiabilidad del módulo, tanto dentro de un solo producto como entre varios diferentes, facilita su reutilización, incluso cuando deja de funcionar.	i c V

Tabla 34. Definición y dependencias de las características del diseño modular.

A continuación, se propone una herramienta basada en checklist con la que evaluar el diseño modular a través de la caracterización definida. Algunos métodos existentes se basan en este formato (J K Gershenson, 2004), como el método *Holoníc Product Design* (R. Marshall & Leaney, 2002). La Tabla 35 propone una serie de preguntas que ayudan a verificar el cumplimiento de cada característica. El objetivo es que el usuario pueda contestar cada una con *Sí*, *Parcialmente* o *No*.

Característica	Pregunta
C1 Independiente	¿El producto posee módulos que pueden separarse físicamente y ser utilizados en un producto análogo sin variar su función?
C2 Conectable	¿El producto permite cambiar sus módulos mediante una interfaz compatible que los acople sin variar su funcionalidad?
C3 Variable	¿El producto tiene módulos cuya combinación permita la creación de una familia de productos y/o variantes del mismo producto?
C4 Económico	¿El producto disfruta de una reducción del coste y/o tiempo de diseño, desarrollo, producción o venta gracias a su modularidad?
C5 Multifuncional	¿El producto puede conseguir un mayor número de funciones o funcionalidad ampliada mediante la adición o cambio de módulos?
C6 Adaptable	¿El producto tiene módulos que le permiten ser funcionalmente versátil ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?
C7 Intercambiable	¿El producto permite la combinación de diferentes componentes del mismo producto y/o de otras tipologías de producto?
C8 Estandarizado	¿El producto permite integrar módulos o componentes compatibles de otros productos, familias o fabricantes?
C9 Flexible	¿El producto tiene módulos que favorezcan la incorporación de futuras modificaciones e innovaciones en el diseño del producto?
C10 Actualizable	¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto sin cambiar el sistema completo?
C11 Personalizable	¿El producto permite al usuario final hacer configuraciones personalizadas antes de la compra y/o durante su ciclo de vida útil?
C12 Reutilizable	¿Este producto posee módulos que se puedan volver a utilizar en otra versión del producto y/o en otro producto de la misma familia?

Tabla 35. Preguntas de cada característica para el checklist.

La herramienta que se propone valora a través de una tabla el cumplimiento de las características esenciales y complementarias. Para ello, cada característica debe evaluarse mediante las preguntas definidas y ser respondida con *Sí* (✓), *Parcialmente* (-) o *No* (X). Sólo si el producto cumple con las tres características esenciales puede considerarse diseño modular. Por otra parte, el cumplimiento de características complementarias definirá el grado de modularidad del producto. Esta evaluación se puede aplicar para apoyar el diseño de productos en la evaluación y evolución de conceptos. También es aplicable en productos terminados con el fin de actualizarlos y optimizarlos, de modo que la herramienta sirva para mejorar la aplicación del diseño modular en cualquier fase del ciclo de vida del producto.

Con el objetivo de justificar la elección de las características y hacerlas más comprensibles, en el apartado *Caracterización en un caso real: el boli BIC* (Capítulo 2) se analiza un ejemplo de buena aplicación del diseño modular frente a otro que podría considerarse diseño modular pero no lo es. Ambos casos analizados pertenecen a la compañía BIC (BIC Company, 2021). La Tabla 10 muestra qué características cumple cada caso. El símbolo “✓” significa que el producto cumple la característica

completamente, “-” significa que sólo la cumple parcialmente y “X” indica que no la cumple. El resultado aclara por qué las características esenciales deben cumplirse para considerar al producto como diseño modular y cómo su presencia conlleva la inclusión de las características complementarias, pero no al contrario.

En la Tabla 36 se evalúa el diseño modular de seis productos reales. Éstos han sido elegidos por ser definidos como diseño modular o por su correcta aplicación. Los productos evaluados son: (1) concepto de lámpara con diferentes módulos de soporte y tulipa (Yanko Design, 2021b); (2) lámpara creada con módulos hexagonales idénticos (Shopify, 2021); (3) Aspiradora Dyson con varios cabezales y accesorios (Dyson, 2021); (4) concepto de cocina con electrodomésticos que se pueden equipar por sus medidas estandarizadas (Yanko Design, 2021a); (5) batidora con múltiples cabezales y accesorios (Cecotec, 2021); y (6) baterías portátiles idénticas que se pueden conectar entre ellas (Yanko Design, 2021c).

Producto	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12
Doolight by Doosan Baek (Yanko Design, 2021b)	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Helios Touch (Shopify, 2021)	✓	✓	X	X	X	-	-	✓	X	-	✓	✓
Dyson Cyclone V10 (Dyson, 2021)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
Addition by Heewoong Chai (Yanko Design, 2021a)	✓	-	X	X	✓	-	✓	✓	✓	X	✓	✓
PowerGear 1500XL (Cecotec, 2021)	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	X	✓
Google PixelBloc (Yanko Design, 2021c)	✓	✓	X	✓	X	-	X	✓	X	X	X	✓

Tabla 36. Experimentación con la herramienta propuesta para evaluar el diseño modular.

Como se puede observar, sólo la mitad de los productos han sido considerados diseño modular. Esto puede deberse a que el resto no estaban basados en un proceso de diseño modular, sino en el diseño de módulos idénticos. De este modo, a pesar de cumplir con las características independencia y conectividad, no podían aportar variabilidad al producto. Como consecuencia, el cumplimiento de las características complementarias ha sido menor, resultando el nivel de modularidad inferior que en los productos basados en diseño modular.

Tener módulos no implica que el resultado sea un producto modular, siendo necesario diferenciar entre proceso y resultado. Si concebimos el diseño modular como resultado, obtenemos productos compuestos por módulos idénticos (Shopify, 2021; Yanko Design, 2021a, 2021c). En cambio, el diseño modular entendido como un proceso integra módulo y arquitectura de producto para crear productos modulares (Cecotec,

2021; Dyson, 2021; Yanko Design, 2021b). Por esta razón, la herramienta propuesta sólo considera el diseño modular como un proceso y no como el resultado del diseño de módulos. Este aspecto puede dar lugar a discusión en la práctica, donde es común atribuir el término diseño modular a productos basados en el diseño de módulos.

Desde un punto de vista externo, es difícil saber si un producto ha sido diseñado bajo un proceso de diseño modular o no. Sólo podemos saberlo en aquellas referencias donde los propios fabricantes nombran su proceso o método como modular (Sanderson & Uzumeri, 1995; Sjöström, 1990). Por ello, los resultados de la herramienta no pretenden ratificar cómo ha sido el proceso de diseño previo. Sin embargo, pueden valorar si un producto cumple las características y relaciones que dan lugar a un producto modular en el momento de evaluarlo.

En este aspecto, existe una confrontación entre los objetivos del diseño modular enfocado a la empresa y al usuario. El primero busca optimizar el proceso de fabricación quedando oculto a ojos del consumidor, mientras que el segundo permite al usuario final utilizar los productos modulares en su propio beneficio. Los productos con objetivos internos de la empresa, como el ahorro económico, generalmente no se basan en un diseño modular. Por el contrario, aquellos que se conciben desde un principio para incluir módulos que permitan al usuario final obtener ventajas, se conciben bajo la idea de diseño modular. La herramienta propuesta ofrece una valoración desde el punto de vista del usuario final.

El testeo con productos reales muestra una primera aproximación válida para comprender, aplicar y evaluar correctamente el diseño modular. No se detectan incongruencias en los resultados y las evaluaciones permiten detectar puntos de mejora en los productos analizados. No obstante, la herramienta debe seguir evolucionando con el objetivo de mejorar la definición de las características, las preguntas del checklist y su aplicación en casos reales. El trabajo presenta actualmente limitaciones como la usabilidad por parte de usuarios no especializados o la aplicabilidad en otro tipo de productos.

Las publicaciones recientes se centran en la mejora y el desarrollo de métodos destinados a fines muy específicos donde el diseño modular es solo una herramienta y no el objetivo. Estos propósitos a menudo coinciden con sus características, haciendo que el diseño modular sea el intermediario entre la arquitectura y el objetivo de diseño. En la aplicación real se ha observado que el correcto uso de las características esenciales condiciona la presencia de las complementarias. El uso y aplicación de las características complementarias en el diseño y desarrollo del producto aumenta su nivel de modularidad al proporcionar cualidades que aportan grandes ventajas en su ciclo de vida. La conceptualización como fase inicial de diseño prevé la posibilidad de que un producto sea modular gracias a la integración de las características deseadas. Utilizadas durante las fases conceptuales, estas características se traducen en especificaciones de diseño del producto (EDPs).

Propuesta del método para prosumers

Actualmente, ya se han desarrollado algunos métodos en el ámbito del diseño modular para evaluar productos modulares (Shan & Chen, 2009). Sin embargo, la mayoría se centran en aspectos particulares de su desarrollo, como la configuración del producto (Wei, Fan, & Li, 2014) o la creación de familias de producto (Greve et al., 2022). Ninguno de ellos se ha desarrollado previamente desde la perspectiva del usuario final. Además, la falta de consenso en la definición de diseño modular ha generado confusión en su aplicación, especialmente con respecto a los usuarios no especializados. En este aspecto, un nuevo método de evaluación de productos modulares centrados en los prosumers ofrece un alto nivel de innovación al evaluar al producto no sólo como diseño modular, sino también su relación con el usuario final.

En este apartado se define, testea y desarrolla dicho método con el objetivo de evaluar productos en las fases conceptuales de diseño para alcanzar características que optimicen su nivel de modularidad y su adaptación al prosumer. La propuesta parte del checklist que evalúa el cumplimiento de las características esenciales y complementarias del diseño modular en un producto. Ésta es evolucionada para incluir también las características del prosumer, como el *nivel de participación*; así como las características comunes entre el ámbito del diseño modular y del prosumer, como la *personalización* (Asión-Suñer & López-Forniés, 2021b). Tras este desarrollo, se toman una serie de decisiones para optimizar la efectividad del método. La evaluación en formato “afirmativo/negativo” pasa a ser presentada como una valoración por niveles donde se discute el número óptimo de niveles a implementar, así como su definición en cada característica específica.

Finalmente, la propuesta se presenta en un formato checklist que valora nueve características (3 de *Diseño modular*, 3 de *Diseño modular + Prosumer*, y 3 de *Prosumer*) en un rango de cinco niveles [0,4]. Las nueve características se corresponden con las tres esenciales del checklist inicial (*Diseño modular*), tres complementarias que coinciden con las características de prosumer (*DM + Prosumer*, ver Figura 24) y tres que definen la intervención del prosumer según los objetivos establecidos para el método (*Prosumer*, ver Figura 25). Por otra parte, los cinco niveles responden a la adición de dos niveles intermedios en el checklist inicial (Sí/Neutro/NO) para valorar en un rango del 0 al 4. La definición de niveles facilita la comprensión de los términos en torno a diseño modular y a prosumer, lo que hace que el método sea más preciso.

Cada característica se plantea como una pregunta y cada nivel como una respuesta descriptiva. Así, el usuario evalúa las características del producto mediante la elección de estas respuestas. El resultado está enfocado tanto a perfiles profesionales como a usuarios no especializados, por lo que debe tener un alto nivel de comprensión y aplicabilidad. La familiaridad del formato checklist con los usuarios finales aporta un valor añadido a la propuesta en comparación con otros métodos de

evaluación del mismo ámbito (Greve et al., 2022; Shan & Chen, 2009; Wei et al., 2014) que son difícilmente aplicables por los prosumers por su alto nivel de complejidad. Por otra parte, el método planteado ofrece una nueva forma de evaluar productos que es fácilmente aplicable y que puede ser extrapolable a otras áreas del diseño de producto.

Además de los objetivos específicos ya descritos, el método también debe cumplir con los objetivos inherentes a una métrica de evaluación, como la objetividad y la concurrencia de los resultados. Por este motivo, la propuesta resultante es aplicada por tres evaluadores a un total de 35 productos que cumplen con diseño modular, prosumer o ambos al mismo tiempo. La selección de productos fue determinada por una serie de casos previamente analizados y por el cumplimiento intuitivo de todas las características a evaluar en una búsqueda de nuevos casos. Esta evaluación permite testear y aplicar una serie de mejoras sobre el método, así como facilitar su comprensión y aplicación. Los resultados ofrecen conclusiones sobre cuáles son las tipologías de producto más consensuadas, qué restricciones se han encontrado en su aplicación y cómo acercar los métodos de diseño y evaluación a usuarios que no están especializados en el ámbito del diseño.

Aunque el método se centre en las fases conceptuales de diseño, su aplicación en el desarrollo y optimización de productos existentes no está excluida. De este modo, los productos a evaluar corresponden tanto a propuestas conceptuales como a productos comercializados. Además, no se establece una diferenciación por tipologías de producto, por lo que todos forman parte de diversos sectores del mercado. Este test empírico se llevó a cabo por dos evaluadores profesionales con un alto conocimiento de diseño modular y de prosumer, y por un tercer evaluador con menos experiencia, pero con un conocimiento suficiente para aplicar el método correctamente. La Tabla 37 muestra un listado de los 35 productos evaluados.

Nº	Producto y referencia	Breve descripción
1	Proyecto Ara (Wikipedia, 2021)	Móvil con una placa base y módulos independientes como batería, cámara, pantalla, carcasa, etc.
2	Plataforma Volkswagen (Volkswagen, 2022)	Base compartida entre diferentes modelos de coches (fabricación ágil, creación de familias de producto)
3	Swidget (Swidget, 2020)	Controles inteligentes para el hogar con dispositivos configurables (USB, detector, LED, etc.)
4	BESTÅ de IKEA (IKEA, 2021a)	Conjunto de muebles de salón con medidas estandarizadas y materiales personalizables
5	Lego Mindstorms (LEGO, 2019)	Robots modulares de LEGO con bloques programables
6	Blokable de Amazon (Amazon, 2019b)	Casas modulares que se pueden configurar y pedir en línea por la plataforma Amazon
7	Prisma de Derlot (Derlot, 2022)	Mobiliario geométrico y combinable con diferentes formas y colores para grandes espacios
8	Monogram CC (Monogram, 2022)	Controlador para el ordenador que se puede configurar para simplificar la edición de fotografías y vídeos
9	Meccano (Meccano, 2019)	Juego basado en un sistema de construcción de modelos con piezas de varios tamaños, forma y color

10	Ventilador sin aspas 3D (Yanko Design, 2022a)	Modelo diseñado e impreso en 3D que se basa en los ventiladores sin aspas de la marca Dyson
11	Kit de Radio (Yanko Design, 2022b)	Kit de radio DIY con diferentes piezas para fabricar y montar con corte láser
12	Chorus (Huang, 2020)	Instrumentos musicales magnéticos que se unen entre sí
13	ModuLight (Yanko Design, 2017)	Sistema de iluminación con partes móviles, pero no separables
14	Neuron Inventor Kit (Makeblock, 2021)	Juego electrónico basado en bloques magnéticos multifuncionales que se pueden programar
15	Ki Ecobe (Ecobe, 2017)	Zapatos personalizables mediante la selección, combinación y montaje de la correa, suela, bota, etc.
16	Botellero modular (Instructables, 2022a)	Seis piezas 3D para crear configuraciones de botelleros
17	Caja de herramientas (Instructables, 2022b)	Cajas de herramientas de viaje separada para transportar solo las herramientas necesarias
18	Lámpara Molecular (Instructables, 2022d)	Conjunto de piezas diferentes para crear lámparas con aspecto de molécula
19	Hucha de cofre (Instructables, 2022c)	Caja fabricada con láser y ensamblada por inserción
20	Gabinete organizador (Instructables, 2018)	Armario de almacenamiento de herramientas con compartimentos separados y móviles.
21	Room Collection (Olovsson & Cho, 2021)	Sistema de 25 piezas de madera de diferentes formas y funciones para ensamblar estanterías personalizadas
22	SimpliSeat (Behance, 2022)	Colección de mobiliario público fácil de montar
23	Plakativ (Design-Milk, 2022)	Sistema de estanterías de pared con partes móviles
24	MoMo (Designboom, 2015)	Muebles con estructura ortogonal y conexiones de cobre
25	RePhone Kit (Kickstarter, 2016)	Teléfono modular de código abierto para ser creado y ensamblado por los usuarios finales
26	RHITA (Yanko Design, 2021d)	Maleta fácil de montar para hacerla más reparable
27	MORPHOX (Behance, 2020)	Mando de videojuego ergonómico y separable basado en la modularidad
28	Shape and Function (Behance, 2013)	Set de 4 piezas para realizar configuraciones de un mismo mueble
29	Mesa modular (Behance, 2021)	Mesa con piezas giratorias e integradas para un fácil almacenamiento
30	Auriculares Mode (Behance, 2018)	Auricular basado en tres módulos: soporte, altavoz y almohadillas
31	Walnut Cruiser (Instructables, 2022e)	Skate totalmente fabricado y ensamblado por el usuario final
32	Trailer Ebike (Instructables, 2021)	Proyecto particular de restauración para una bicicleta eléctrica antigua
33	Altavoz modular (Yanko Design, 2019a)	Altavoces idénticos que se pueden conectar para amplificar el sonido
34	Youmo (Youmo, 2018)	Carga multipotencia ensamblada por los usuarios finales
35	Boreas Bootlegger (Behance, 2015)	Bolsa con 3 paquetes intercambiables en 1 panel trasero modular

Tabla 37. Lista de los 35 productos evaluados por el método propuesto.

Para valorar los resultados obtenidos de la evaluación de cada producto, a cada nivel se le asigna un valor numérico, siendo 0 el más bajo y 4 el más alto. El sumatorio de las características no sólo permite conocer el valor total del producto sobre un máximo de 36 puntos, sino también el nivel de características de diseño modular, de prosumer y comunes que cumple por separado. Los resultados proporcionan una muestra lo suficientemente amplia como para extraer una serie de conclusiones sobre la propuesta. Así, gracias al nivel de coincidencia de los resultados, es posible concluir si hay algún tipo de producto más fácil de evaluar o si, por el contrario, el método no es aplicable a todas las tipologías por igual. Por otro lado, los resultados entre las valoraciones coincidentes muestran qué productos, o tipologías de producto, cumplen mejor con cada tipo de característica (diseño modular, prosumer o ambas).

A continuación, La Tabla 38 muestra el método de evaluación optimizado y listo para su futura aplicación con evaluadores externos en una fase de desarrollo posterior. No se ha presentado la propuesta inicial previa a la evaluación por ser muy similar a la versión optimizada, manteniendo la misma estructura que ésta. El método se presenta en tres columnas: ámbito (*Modular, Modular + Prosumer y Prosumer*), características (tres por ámbito) y nivel (del 0 al 4, cinco por cada característica definida).

Ámbito	Característica	Nivel
Diseño modular	Independiente. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	4. Módulo y producto tienen la capacidad de funcionar por sí mismos aun estando separados
		3. El módulo puede funcionar individualmente o en otro producto análogo, pero el producto funciona de forma reducida o incompleta
		2. Módulo y producto siguen funcionando por separado, pero con funcionalidad reducida o incompleta
		1. El módulo puede seguir funcionando en otro producto de forma reducida, pero el producto no funciona sin el módulo
		0. Módulo y producto están altamente integrados y no pueden seguir funcionando al separarse
	Conectable. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	4. La conexión es estándar y universal, pueden conectarse incluso módulos externos de otros productos o fabricantes
		3. La conexión es compatible entre una misma familia de productos y con productos análogos, pero no es universal
		2. Es necesario un adaptador o pieza compatible entre el producto y el módulo para que puedan conectarse entre ellos
		1. El módulo necesita una conexión compatible para conectarse al producto, pero no puede conectarse a otros productos análogos
		0. Ni el producto permite la conexión de otros módulos, ni el módulo puede conectarse a otros productos
	Variable. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	4. El producto permite incluir o cambiar módulos externos universales para conseguir familias o variantes
		3. El producto solo permite incluir o cambiar módulos propios para conseguir familias o variantes de producto
		2. Se puede incluir o cambiar algún módulo, pero el producto está limitado a algunas funcionalidades y no puede generar familias
		1. Se puede cambiar, pero no incluir nuevos módulos, el producto está limitado a algunas funcionalidades y no puede generar familias
		0. El producto no permite incluir ni cambiar módulos, es invariable

Diseño modular + Prosumer	Adaptable. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	4. El producto integra varias funciones, puede configurarse para hacer otras distintas e incrementar su funcionalidad con cambios reversibles
		3. El producto se puede configurar de forma reversible para hacer distintas funciones, pero no puede incrementar su funcionalidad con módulos extra
		2. El producto tiene una función principal única que varía al cambiar un módulo específico de forma reversible
		1. El producto tiene una función principal única que varía al cambiar un módulo específico, pero el cambio es permanente e irreversible
		0. El producto solo puede hacer una función, no admite ningún cambio
	Personalizable. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?	4. El usuario puede personalizar la funcionalidad, prestaciones y aspectos estéticos del producto combinando o añadiendo nuevos módulos
		3. Se puede personalizar la funcionalidad, prestaciones y estética del producto mediante módulos predefinidos, sin poder añadir nuevos
		2. Solo se puede personalizar la funcionalidad o prestaciones específicas mediante algún módulo estándar
		1. El producto solo admite personalización estética
		0. El producto no es personalizable de ninguna manera
	Actualizable. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?	4. Se puede actualizar y rediseñar por completo: módulos, estructura del producto y diseño final
		3. El producto solo puede actualizarse (tanto módulos como estructura) o rediseñarse (nuevo diseño de módulos), pero no ambas a la vez
		2. Sólo se actualiza funcionalmente mediante el cambio de la estructura o de algunos módulos
		1. Sólo se actualiza física o estéticamente, sin mejoras funcionales
		0. El producto no se puede actualizar porque no admite cambios
Prosumer	Módulos propios. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?	4. El usuario diseña y fabrica todo el producto a excepción de elementos estándar que no puede fabricar, como material eléctrico o tornillería, etc.
		3. El usuario diseña y fabrica algunos módulos que puede hacer por su cuenta, aquellos que no sabe hacer los compra
		2. Sólo se diseña y fabrica un módulo concreto que es característico, exclusivo y hace que el producto se diferencie de otros
		1. El usuario diseña y fabrica un módulo, pero sólo de carácter estético
		0. El usuario no diseña ni fabrica ningún modulo, solo los elige de una lista
	Nivel de participación. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?	4. El usuario participa en las fases de diseño, fabricación, montaje, personalización y actualización del producto
		3. El usuario participa en las fases de diseño, fabricación y montaje, pero no en la actualización del producto
		2. El usuario participa en una única fase: diseño o fabricación
		1. El usuario solo puede personalizar el producto
		0. El usuario solo hace un mero montaje de componentes
	Momento de intervención. ¿El usuario puede intervenir antes de adquirir el producto y su consumo y eliminación?	4. Existe intervención antes, durante y después de consumir el producto
		3. La intervención se produce antes y durante el consumo
		2. El usuario interviene únicamente durante el consumo
		1. El usuario solo interviene antes de adquirir el producto
		0. No se interviene en ningún momento sobre el producto

Tabla 38. Método de evaluación de productos modulares centrados en el prosumer.

En cuanto a la optimización del método, se aplicaron una serie de mejoras en las definiciones de sus preguntas/niveles y en su representación gráfica para incrementar su comprensión y objetividad. Estas modificaciones se basaron en las observaciones y comentarios de los evaluadores. Se detectó que la característica *Momento de intervención* generaba cierta confusión, especialmente en referencia a la intervención después de consumir el producto, como el reemplazo o el hackeo de funciones /componentes. Por lo tanto, se modificó la definición de sus niveles y de la pregunta para resolverlo. Además, se estableció una mayor diferenciación entre los niveles intermedios de *Conectable*, *Variable*, *Adaptable*, *Personalizable* y *Actualizable* para incluir aspectos relevantes como la independencia física, la plataforma del producto, tipos de conexiones, generación de familias de productos y las adaptaciones temporales/permanentes, entre otros.

Por otra parte, la Tabla 39 sintetiza los resultados de la evaluación llevada a cabo sobre los 35 productos citados. Se muestran las valoraciones de cada evaluador en los tres ámbitos (*Diseño modular*, *Diseño modular + Prosumer* y *Prosumer*). Esto permite conocer qué productos tienen una evaluación más consensuada y cuáles de ellos destacan en cada ámbito. La tabla no incluye la valoración de cada característica y evaluador por ser un volumen de datos excesivo para obtener conclusiones claras.

En su lugar, se detalla en cada columna la valoración total de cada evaluador (A, B y C) en los tres ámbitos a evaluar (*Modular*, *Modular + Prosumer*, *Prosumer*), así como la suma total (T) de los tres evaluadores en cada ámbito. En cuanto a los evaluadores, A hace referencia a Ignacio López-Forniés como director de esta tesis, B a Laura Asión-Suñer como autora de la tesis, y C a Gevorg Rostomyan como autor del Trabajo Fin de Estudios. Por otro lado, las filas de la tabla muestran la evaluación completa de cada uno de los 35 productos por separado.

Para resaltar los resultados más interesantes se han utilizado una serie de colores. El azul representa los productos que han obtenido un consenso absoluto en la valoración de sus tres ámbitos, donde la diferencia entre las valoraciones de cada evaluador para cada ámbito no ha superado los dos puntos. Esto quiere decir que dentro de un mismo ámbito la evaluación más alta y la más baja no tienen más de dos puntos de diferencia. Por otra parte, los colores naranja y rojo representan las valoraciones con mayor desacuerdo. Mientras que en las naranjas sólo se ha desviado más de dos puntos la valoración de uno de los evaluadores, en las rojas ha habido un desacuerdo total entre ellos de al menos dos puntos entre cada una de las tres evaluaciones. Finalmente, se han resaltado en verde aquellos productos cuyo total por ámbito estaba entre 34 y 36, que es la puntuación más alta posible.

Por otra parte, se han diferenciado tres grupos entre los productos evaluados. El primero incluye los productos que han tenido un consenso en todos sus resultados y, además, destacan en al menos uno de los ámbitos evaluados. El segundo recoge

aquellos productos que no han obtenido consenso en una o más áreas, generando discusión entre los evaluadores. El tercer grupo contiene los productos cuyos resultados son consensuados, pero no destacan en ninguno de los tres ámbitos.

Nº	Modular				Modular + Prosumer				Prosumer				Total		
	A	B	C	T	A	B	C	T	A	B	C	T	A	B	C
1	8	8	9	25	12	12	11	35	0	3	1	4	20	23	21
10	9	8	8	25	12	11	12	35	12	12	10	34	33	31	30
17	10	9	10	29	12	11	11	34	12	12	10	34	34	32	31
12	12	10	12	34	12	11	11	34	10	10	10	30	34	31	33
4	12	11	12	35	12	12	11	35	2	4	2	8	26	27	25
20	7	8	9	24	10	9	11	30	12	11	12	35	29	28	32
23	11	10	10	31	12	11	10	33	12	11	12	35	35	32	32
21	12	10	12	34	12	12	11	35	12	12	12	36	36	34	35
16	9	8	12	29	7	8	9	24	12	11	10	33	28	27	31
29	10	8	12	30	12	11	10	33	11	11	10	32	33	30	32
11	10	10	7	27	12	11	12	35	12	12	11	35	34	33	30
34	8	8	12	28	9	11	12	32	1	3	1	5	18	22	25
35	7	7	11	25	6	7	10	23	4	3	3	10	17	17	24
18	9	8	11	28	8	7	11	26	12	12	12	36	29	27	34
19	3	3	8	14	5	5	10	20	12	12	11	35	20	20	29
27	7	7	11	25	9	9	12	30	4	2	1	7	20	18	24
30	9	9	10	28	5	6	9	20	1	3	0	4	15	18	22
33	8	8	11	27	3	2	10	15	1	3	0	4	12	13	21
13	8	9	7	24	2	3	5	10	0	3	1	4	10	15	13
25	10	9	11	30	11	11	11	33	6	7	2	15	27	27	24
22	10	10	10	30	9	9	11	29	7	9	12	28	26	28	33
32	11	11	9	31	12	11	6	29	12	11	12	35	35	33	27
28	12	11	12	35	9	8	12	29	10	11	12	33	31	30	36
8	9	11	9	29	10	10	12	32	0	3	5	8	19	24	26
9	11	11	10	32	8	10	8	26	6	4	3	13	25	25	21
26	6	7	8	21	8	7	9	24	3	3	1	7	17	17	18
2	8	8	8	24	6	8	8	22	1	2	2	5	15	18	18
3	11	10	11	32	10	11	9	30	0	3	1	4	21	24	21
5	10	9	10	29	10	11	10	31	2	2	3	7	22	22	23
6	8	8	7	23	3	2	3	8	0	2	0	2	11	12	10
7	10	10	11	31	5	5	7	17	0	3	1	4	15	18	19
14	6	8	6	20	10	10	10	30	4	2	4	10	20	20	20
15	4	5	4	13	8	9	8	25	7	6	6	19	19	20	18
24	10	9	9	28	10	10	9	29	12	11	10	33	32	30	28
31	8	9	10	27	8	8	9	25	11	11	11	33	27	28	30

Tabla 39. Resultados de la evaluación de los 35 productos con el método propuesto.

Con respecto a la mejora gráfica y comunicativa del método, ésta fue cubierta mediante dos acciones. La primera, transfiriendo el método a un formulario para hacerlo más cercano e intuitivo para usuarios no especializados (Asión-Suñer, 2021a). Y, la segunda, asignando productos reales a cada nivel para crear una guía de aplicación (*Anexo I*) que también se presentó en formato vídeo (Asión-Suñer, 2021b). Para ello, se tomaron como referencia los resultados más consensuados y destacados en los tres ámbitos de la evaluación realizada (Tabla 39). Como ejemplo, la Figura 31 muestra un fragmento de esta guía con cinco productos reales que ejemplifican cada nivel de la característica *Independiente*. Esta mejora ayuda a que el usuario ubique el producto a evaluar en cada nivel.

INDEPENDIENTE

¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



Figura 31. Uso de ejemplos reales para facilitar la aplicación del método.

Si analizamos los resultados de la evaluación realizada, obtenemos una serie de conclusiones valiosas sobre la aplicación del método. Encontramos que los productos prosumer más consensuados han coincidido con los obtenidos en plataformas maker donde se evidencia que la fabricación del producto ha sido realizada por el usuario. Este aspecto es aún más claro cuando se trata de técnicas de fabricación como la impresión 3D o el corte por láser. Por otro lado, se observa que los productos modulares más consensuados son aquellos en los que es más fácil identificar los módulos por separado. En este aspecto, mostrar una imagen del producto con sus módulos independientes ayuda mucho a su comprensión por parte de los evaluadores. Si nos centramos en las tipologías del mercado, concluimos que los sectores del mobiliario y la electrónica tienen un mayor nivel de consenso en el diseño modular que el resto de tipologías de producto.

Dada la generalidad del método propuesto para su aplicación en cualquier concepto o producto, podemos concluir que éste ha sido capaz de evaluar satisfactoriamente múltiples tipologías de forma equitativa. Si alguna ha destacado en particular ha sido más por su facilidad de interpretación del producto que por la capacidad del método para evaluarlo. Por tanto, tras la evaluación se observa que el método funciona equitativamente con todos los productos.

La mitad de los productos valorados (17) han sido altamente consensuados mientras que el resto ha generado alguna diferencia de interpretación. De estos 18 productos con falta de consenso, solo dos han generado discusión entre los tres evaluadores, mientras que en el resto dos de los evaluadores estuvieron de acuerdo. Esta desviación se ha debido en parte a la falta de experiencia del evaluador C en el campo trabajado, lo que implica que el método necesita una mayor evolución para incluir usuarios no especializados.

Existe una relación intrínseca entre las características evaluadas, de modo que la evaluación de una sola característica puede influir en los resultados de otras. Un ejemplo de esto es la característica *Variabilidad*. Se observa que los productos basados en módulos idénticos tienen un bajo nivel de variabilidad, lo que también se traduce en una evaluación negativa de su adaptabilidad, personalización y actualización. Lo mismo ocurre con el *Nivel de intervención*, que tiene una alta influencia en el resto de características relacionadas con el prosumer.

El ámbito de *Diseño Modular + Prosumer* contiene características coincidentes entre los dos ámbitos. En este aspecto, si las relacionamos con el prosumer, observamos que son intervenciones más superficiales sobre el producto (adaptar, personalizar y evolucionar) que en el caso de las características propias de *Prosumer*. Si las comparamos, observamos que un producto puede presentar niveles muy altos de *Diseño Modular + Prosumer* pero niveles más bajos de *Prosumer*, especialmente en los casos en los que no se fabrican y diseñan módulos propios a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

El método propuesto no contempla el diseño modular desde el punto de vista de la fabricación, sino del usuario final. Por ello, en aquellos casos en los que se haya utilizado el diseño modular con el único fin de obtener beneficios en la fabricación del producto, tendrán una valoración inferior. Este no será el caso en productos que contemplen el uso de diseño modular con el objetivo de que el usuario final pueda realizar modificaciones e innovaciones en el producto final.

El número de niveles a establecer para cada característica confronta dos aspectos buscados en este método: sencillez y objetividad. Por un lado, encontramos que un mayor número de niveles bien definidos y diferenciados pueden aportar más detalle y precisión al método. Sin embargo, esto hace que el resultado sea más complejo y requiere más conocimiento por parte del evaluador para comprender todos los niveles. En futuras investigaciones, será necesario probar este método de evaluación con usuarios no especializados para concluir si el número actual de niveles cumple con el equilibrio entre sencillez y objetividad. Dicha validación deberá analizar también si los niveles establecidos son suficientemente precisos y no generan dudas con puntuaciones intermedias entre dos niveles consecutivos.

Las cuestiones que definen las características de *Diseño Modular* y *Diseño Modular + Prosumer* tienen un mayor nivel de consenso por tratarse de características inherentes al diseño modular que han sido previamente definidas por otros autores en este campo. No ocurre lo mismo con las características de *Prosumer* (Módulos propios, Nivel de participación y Momento de intervención), cuyas definiciones no tienen precedentes y se acuñan por primera vez para la aplicación en este método. Dichas definiciones están orientadas al resultado y su vinculación tanto con el proceso (alternativas, prototipos, test, etc.) como con el prosumer (autoconsumo, creatividad, experimentación, etc.). En este sentido, surge la duda de si pueden existir más características vinculadas al ámbito del prosumer que deban ser evaluadas o si las ya establecidas cuentan con una definición suficientemente clara y objetiva para su evaluación.

De acuerdo a la evaluación realizada, se observa que los productos que se encuentran en una fase conceptual son más difíciles de evaluar debido al nivel de interpretación de cada evaluador. Esto puede generar dudas sobre si el método propuesto es aplicable en estas fases de diseño para llevar a cabo la selección y mejora de conceptos. Sin embargo, en tales casos, el evaluador conocerá con mayor detalle los aspectos reales y potenciales a evaluar, ya que son conceptos que el evaluador ha desarrollado previamente. Por ello, la autoevaluación de un concepto puede lograr una valoración más positiva ya que el evaluador valora en función de lo que puede llegar a ser el producto.

La expresión *intervención sobre el producto* puede dar lugar a diversas interpretaciones por parte de los evaluadores que será necesario aclarar en un desarrollo posterior del método. Este concepto puede resultar ambiguo si no se brinda mayor información sobre lo que significa “intervenir” en un producto. De hecho, este trabajo confirma que existe confusión en su aplicación sobre la característica *Momento de intervención* debido precisamente a este aspecto.

Inicialmente el método también incluía la característica *Transformable* en el ámbito de *Diseño Modular + Prosumer*. Esto se refería al cambio de módulos para variar el producto y darle una aplicación diferente. La falta de referencias bibliográficas que definan "transformable" en el campo del diseño modular no ha facilitado su definición en este método. Además, la definición proporcionada dio lugar a confusión con respecto a la característica *adaptable*. Por estas razones, se decidió eliminar *transformable* del método de evaluación, aunque sigue siendo cuestionable si su presencia podría apoyar el método de evaluación o no.

Validación con usuarios

Con la finalidad de mejorar el método de evaluación propuesto y realizar un primer acercamiento a los prosumers, éste es validado por 24 diseñadores y prosumers externos mediante la evaluación individual de cinco productos. Debido al usuario no especializado al que va dirigido, se busca que el resultado sea comprensible y fácilmente aplicable, siendo al mismo tiempo objetivo y convergente en sus resultados. Además, el método de evaluación optimizado estará dirigido a la evaluación de conceptos al formar parte de un método de diseño conceptual. El objetivo es que el prosumer pueda utilizarlo para evaluar y optimizar sus propios productos modulares bajo un mismo método de diseño.

Este trabajo muestra cómo se ha desarrollado la validación del método, los resultados obtenidos de ella y las conclusiones alcanzadas tras esta prueba. En el *Anexo II*, el apartado *Método de evaluación: validación con usuarios* presenta el informe extendido que fue enviado a los evaluadores con los resultados de la evaluación. Éste incluye las estadísticas individuales de cada producto, el método empleado y un breve resumen sobre el feedback de los evaluadores y las conclusiones obtenidas de la evaluación. Los resultados aportan información sobre cómo acercar el método de diseño a los prosumers, cuáles son las características evaluadas más claras y entendibles por los evaluadores, y qué características y productos presentan una mayor dificultad. Las conclusiones finales contribuyen a la mejora del método.

La validación parte del método de evaluación previamente propuesto que valora el cumplimiento de las características propias del diseño modular, del ámbito prosumer y de ambos a la vez (Tabla 38). La propuesta se ha desarrollado para hacerla comprensible ante un público no especializado. Para que los evaluadores pudieran aplicar el método correctamente, se desarrolló una guía de uso (*Anexo I*) y un [vídeo introductorio](#) (Asión-Suñer, 2021b) siguiendo el estilo gráfico y comunicativo definido en fases previas. Ambos introducen una serie de conceptos clave: diseño modular, usuario prosumer y funcionamiento del método. Además, la guía incluye también una lista de referencias con ejemplos reales de cada nivel de evaluación para facilitar su elección. Finalmente, el método fue trasladado a un [formulario online](#) para que cada evaluador pudiera responder individualmente, asegurando así una correcta usabilidad y recopilación de datos.

El siguiente paso fue seleccionar los productos a evaluar. Basándonos en la evaluación previa, se decidió seleccionar cinco productos en función de los resultados obtenidos. El objetivo era validar las hipótesis iniciales mediante la correspondencia de la validación por los usuarios con la evaluación inicial de los 30 productos. Los productos escogidos para la evaluación fueron los siguientes:

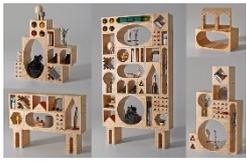
Producto	Imagen	Evaluación previa	Descripción
ROOM Collection (Olovsson & Cho, 2021), Olovsson and Cho (Sweden)		Cumplimiento excelente de todas las características	Conjunto de 25 bloques para diferentes configuraciones de mobiliario. Cada usuario puede crear su propio organizador combinando los módulos disponibles o fabricando nuevos.
Project Ara (Wikipedia, 2021), Google (USA)		Cumplimiento medio de todas las características	Iniciativa para fabricar móviles modulares. Cada usuario puede configurar su móvil comprando cada componente y uniéndolos en una misma placa base.
Neuron Inventor Kit (Makeblock, 2021), Makeblock (Spain)		Cumplimiento bajo de todas las características	Juguete basado en bloques electrónicos multifuncionales que pueden conectarse entre ellos magnéticamente. Puede usarse online y offline para montar diferentes proyectos.
BESTÅ (IKEA, 2021a), IKEA (Sweden)		Alto nivel de diseño modular, bajo de prosumer	Módulos de mobiliario que permiten al usuario final configurar el conjunto según sus gustos, espacio y necesidades. BESTÅ no es sólo un organizador de salón, es para todas las estancias de la casa.
Organizer cabinet (Instructables, 2018), Ollaris (Hungary)		Bajo nivel de diseño modular, alto de prosumer	Organizador para almacenar herramientas y papeles. El producto es de fabricación propia y cuenta con diferentes secciones de almacenaje unidas por pegamento.

Tabla 4o. Productos a evaluar por los profesionales.

A pesar de que el método de evaluación está ideado para usarlo en las fases conceptuales de diseño, se decidió evaluar productos ya terminados y/o comercializados. La razón es que a los evaluadores les resultaría más fácil comprenderlos, reduciendo así el nivel de interpretación individual y por lo tanto aumentando la objetividad de la prueba. Además, los conceptos pueden estar indefinidos o incluso tener diferentes niveles de definición entre ellos, por lo que para validar la métrica es más correcto hacerlo con productos finalizados.

El método fue enviado por correo electrónico a los evaluadores. Como criterio de selección, se impuso que todos debían tener más de 5 años de experiencia en el sector de diseño de producto o en el ámbito maker. En el caso de los prosumers, el evaluador además debía pertenecer a una organización maker, ya fuera un espacio físico o una plataforma digital. Todos los evaluadores fueron de nacionalidad española y la relación entre sexo femenino y masculino fue del 50%. En el correo se especificaron las instrucciones para realizar el método, incluyendo la guía de uso, el vídeo y el formulario a completar. La guía y el formulario se presentaron en un formato comprensible y cercano a perfiles no especializados.

La información de la guía fue sintetizada en textos reducidos donde predominaba el uso de pictogramas para explicar los conceptos clave (Figura 32). Toda la información referente al método se estructuró en los siguientes apartados:

- **Introducción y objetivos.** Se presenta el método y el contexto en el que se desarrolla, explicando que es una evaluación individual de cinco productos.
- **Diseño modular.** Se explica el término y las características clave que lo definen. También se proporciona una definición de módulo y plataforma de producto. Se establece la diferencia entre diseño modular, diseño de módulos y diseño paramétrico para evitar posibles confusiones.
- **Usuario prosumer.** Se define el término prosumer, sus principales características y su vinculación al diseño modular. También se habla de cómo el usuario puede intervenir sobre el producto y de los diferentes momentos de intervención tanto antes como después de la compra.
- **Método de evaluación.** Se detalla cómo debe ser utilizado el método a través del formulario que incluye la evaluación por niveles de todas las características. Se da la opción de elegir entre uno y dos niveles por característica en caso de duda.
- **Guía de niveles.** Se aportan ejemplos reales junto a la definición de cada nivel para facilitar su elección en caso de que el evaluador tenga alguna duda.



Figura 32. Páginas correspondientes a la guía de uso.

El método inicialmente estaba presentado como una métrica en forma de tabla que incluía la definición de cada característica y sus niveles (Tabla 38). Este formato presentaba demasiada información al evaluador, pudiendo parecer un método excesivamente complejo. Para facilitar su visualización y uso, el método fue trasladado a un [formulario online](#) debido a la familiaridad de los usuarios con estos elementos (Asión-Suñer, 2021a). De este modo, la información se presenta en cinco páginas, una por cada producto. Para cada uno, primero se proporciona un resumen, una imagen y un enlace con más información. Posteriormente, se presenta cada

característica como una pregunta del formulario y cada uno de sus niveles como una posible respuesta que el evaluador debe elegir (Figura 33). Los evaluadores pueden responder al formulario junto con la guía de uso para ver los ejemplos de referencia de cada característica y facilitar su elección final. Además, en caso de considerar que el producto se encuentra entre dos niveles, pueden seleccionar ambos para indicarlo.



Evaluación 1: Project Ara, móviles modulares

El Proyecto Ara es una iniciativa de Google para fabricar móviles modulares. Cada usuario puede configurar su móvil comprando por separado cada componente, como la cámara o la batería, y uniéndolos después en una misma placa base. La idea es prolongar el ciclo de vida útil de estos dispositivos al permitir sustituir módulos que se han estropeado o quedado obsoletos.

Más información en: https://es.wikipedia.org/wiki/Proyecto_Ara

DISEÑO MODULAR

INDEPENDIENTE. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función? *

- 4. Módulo y producto tienen la capacidad de funcionar por sí mismos aún estando separados
- 3. El módulo puede funcionar individualmente o en otro producto análogo, pero el producto funciona de forma reducida o incompleta
- 2. Módulo y producto siguen funcionando por separado pero con funcionalidad reducida o incompleta
- 1. El módulo puede seguir funcionando en otro producto de forma reducida, pero el producto no funciona sin el módulo
- 0. Módulo y producto están altamente integrados y no pueden seguir funcionando al separarse

Figura 33. Formulario de evaluación enviado a los usuarios.

Antes de mostrar los resultados de las evaluaciones, es necesario aclarar cómo se han tratado los datos. El total de los resultados asciende a 1.080 respuestas (9 características por 5 productos por 24 evaluadores). De entre todas, sólo 68 son dobles (dos niveles), lo que supone el 6,3%. La mayoría de evaluadores indican entre 0 y 5 respuestas dobles, mientras que solo 4 señalan más de 5. Se observa un incremento de valoraciones intermedias al comienzo de la evaluación, que es el momento de mayor incertidumbre, y en los productos menos consensuados a nivel general, que son los que generan duda entre los evaluadores. Para tratar los datos en conjunto se ha calculado la media de las valoraciones de cada producto, por lo que las respuestas dobles se contabilizan de forma individual igual que las demás. Ante la escasa cantidad de respuestas dobles, contabilizarlas como dos respuestas separadas o como una intermedia implica una diferencia mínima que no afecta a los resultados. Además, tratar todas las respuestas de forma individual sin niveles intermedios permite establecer una clasificación clara sobre la convergencia de las respuestas.

A continuación, la Tabla 41 presenta los resultados de la evaluación de cada producto. Para cada característica, se muestra el nivel correspondiente a la media de los resultados obtenidos y el redondeo al nivel más cercano, mostrando el resultado como un nivel intermedio si procede. Todas las características muestran una valoración del 0 al 4, siendo 0 el nivel más bajo y el 4 el máximo nivel de cumplimiento (Tabla 38). La tabla también muestra la valoración total de cada uno de los tres ámbitos sobre un máximo de 12 puntos, 4 por cada característica evaluada. Se ha destacado en **negrita** aquellos donde el resultado debía ser más alto de acuerdo a la evaluación previa de los investigadores.

Ámbito	Característica	ROOM Collection	Project Ara	Neuron Inventor Kit	BESTÅ de IKEA	Organizer cabinet
Diseño modular	Independiente	3,95 → 4	2 → 2	2,12 → 2	3,95 → 4	1,58→1,5
	Conectable	3,83 → 4	2,92 → 3	2,88 → 3	3,83 → 4	2,46→2,5
	Variable	3,38 → 3,5	3,04 → 3	3,08 → 3	3,38→3,5	2,79 → 3
	<i>Total modular</i>	11,16→11	7,96 → 8	8,08 → 8	11,16→11	6,83 → 7
Diseño modular + Prosumer	Adaptable	2,88 → 3	4 → 4	3,5 → 3,5	3,54→3,5	2,71→2,5
	Personalizable	3,79 → 4	3,54→3,5	3,33 → 3,5	3,71→3,5	3,46→3,5
	Actualizable	3,04 → 3	3,16 → 3	2,54 → 2,5	2,92 → 3	3,29→3,5
	<i>Total modular + prosumer</i>	9,71→10	10,7→10,5	9,37 → 9,5	10,17→10	9,46→9,5
Prosumer	Módulos propios	2,66 → 2,5	0,21 → 0	0,63 → 0,5	0,66→0,5	3,66→3,5
	Nivel de participación	2,79 → 3	1,12 → 1	1,20 → 1	1,29 → 1	3,75→4
	Momento de intervención	3,33 → 3,5	2,88 → 3	2,33 → 2,5	2,79 → 3	3,66→3,5
	<i>Total prosumer</i>	8,78 → 9	4,21 → 4	4,16 → 4	4,74→4,5	11,07→11

Tabla 41. Media de los resultados de la evaluación de cada producto.

De acuerdo a los resultados obtenidos, podemos concluir que la evaluación realizada por los investigadores y la evaluación de los 24 profesionales coincide en los puntos más destacados de cada producto. Vemos que ROOM Collection sigue siendo el producto mejor valorado a nivel global, mientras que BESTÅ ha obtenido la valoración más alta en cuanto a diseño modular y el organizador de herramientas en el ámbito prosumer. A pesar de estas coincidencias, vemos que todavía existe cierta falta de precisión en los resultados. Observando los productos Proyecto Ara y Neuron Inventor Kit ambos tienen una valoración muy similar, debería existir una diferencia mayor entre los resultados con valores inferiores en Neuron Inventor Kit de modo que se ajuste a la selección inicial de los productos. Por otra parte, también se observa que todos los productos tienen las mismas valoraciones en el ámbito de diseño modular + prosumer. Esto se debe a que los cinco productos cumplían bien con este ámbito. Sin embargo, debería apreciarse más diferencia entre los resultados, sobre todo en el producto ROOM Collection al alza y en Neuron Inventor Kit a la baja.

Para saber con objetividad si la herramienta se ha aplicado correctamente, debemos analizar la convergencia en los resultados. Este análisis desvelará si existe consenso en la percepción de los productos, así como en la comprensión y aplicación del método. La Tabla 42 muestra el nivel de convergencia entre los resultados de los 24 evaluadores para cada una de las nueve características. Este nivel de ha valorado de la siguiente manera:

- ■ si la respuesta mayoritaria ha obtenido más del 70% de las valoraciones.
- ■ si dos niveles consecutivos suman más del 70% de las valoraciones (al contabilizar las respuestas dobles, esta suma puede ser superior al 100%)
- ■ si la respuesta mayoritaria ha obtenido entre 40 y 70% y no cumple la condición anterior.
- ■ si la respuesta mayoritaria es inferior al 40% y no cumple ninguna condición previa.

Ámbito	Característica	ROOM Collection	Project Ara	Neuron Inv. Kit	BESTÅ de IKEA	Organizer cabinet
Diseño modular	Independiente	91,7%	33,3%	25%	87,5%	50%
	Conectable	58,3+50%	75%	46+29%	75%	33,3%
	Variable	50+37,5%	79,2%	70,8%	70,8%	50+29,2%
Diseño modular + Prosumer	Adaptable	54,2%	79,2%	62,5+21%	70,8%	45,8%
	Personalizable	75%	50+41,7%	46+41,7%	70,8%	67+12,5%
	Actualizable	62,5%	37,5%	58,3+13%	45,8%	58,3%
Prosumer	Módulos propios	37,5%	91,7%	75%	79,2%	83,3%
	Nivel de participación	41,7%	58+34%	42+42%	54+46%	83,3%
	Momento de intervención	54,2+21%	45,8%	67+16,7%	33,3%	75%

Tabla 42. Valoración del índice de convergencia de los resultados.

Si analizamos las columnas de la Tabla 42, observamos qué productos han resultado más fáciles de valorar para los evaluadores. En este punto encontramos que el mueble BESTÅ y el juguete Neuron Inventor Kit han obtenido las valoraciones más consensuadas frente a ROOM Collection y al Organizador DIY que han generado más dispersión en sus resultados. Esto puede deberse a que los dos últimos son creaciones propias sin comercializar, por lo que las posibilidades de cada característica pueden estar más abiertas a interpretación. Sin embargo, BESTÅ y Neuron Inventor Kit son productos ya comercializados, lo que permite a los evaluadores conocer mejor sus capacidades y limitaciones a la hora de evaluarlos.

Por otra parte, las filas de la Tabla 42 nos brindan información sobre qué características están mejor definidas por la convergencia de sus resultados. Encontramos que *variable* y *personalizable* son las características más claras para los evaluadores, mientras que *independiente*, *actualizable* y *momento de intervención* son las que han generado más dudas. Estas tres últimas características necesitarán de una mejora de su definición en la evolución del método para alcanzar un mayor grado de objetividad y facilitar su comprensión. Esta optimización puede abarcarse de dos maneras: mejorando la definición de sus niveles o facilitando más información al evaluador al comienzo de la prueba. Por otra parte, también será necesario analizar si la tipología de producto puede influir en la comprensión de cada característica.

Particularmente, la característica que evalúa el momento de intervención del usuario sobre el producto ha provocado cierta confusión y discrepancia entre los evaluadores. Esto está muy relacionado con el nivel de intervención, donde algunos evaluadores consideran que solo el diseño o fabricación son acciones de intervención, mientras que otros llaman intervención a cualquier modificación del estado del producto, incluyendo la customización masiva. Lo mismo sucede con la intervención en la fase de eliminación. Se puede considerar que la vida del producto concluye en su eliminación y, por lo tanto, ya no se puede intervenir sobre él. O, por lo contrario, se puede considerar que al producto se le da una segunda vida u otro uso nuevo, y que por ende se está interviniendo sobre él.

Además de las valoraciones cuantitativas, era de suma importancia obtener resultados cualitativos al tratarse de una primera validación con el usuario final. Por ello, la opinión de los evaluadores se consideró relevante para mejorar el método y acercarlo a usuarios no especializado. Así pues, al final del formulario se les preguntó a los evaluadores qué nivel de dificultad le asignarían al método de acuerdo a su experiencia. La mayoría le asignó un nivel de dificultad media (66,7%), mientras que el 25% consideró que el método tenía un alto nivel de dificultad. Sólo un 8,3% valoraron el nivel de dificultad como bajo, por lo que podemos concluir que la percepción de los usuarios es que el método tiene un nivel de dificultad medio-alto. Los evaluadores más especializados en áreas del diseño que no tratan con productos físicos, como diseño de servicios o diseño gráfico, han encontrado una mayor dificultad a la hora de usar el método. A pesar de que consideran la explicación adecuada, creen que necesitan más información. Este hecho apoya la creación de una guía de diseño donde se enmarque el método de evaluación, con un mayor nivel de información y un contexto más detallado que haga el método más fácil y accesible. Además, los evaluadores solo han utilizado el método una vez en cinco productos, por lo que la curva de aprendizaje puede ser lenta.

En cuanto al perfil de los evaluadores, encontramos que el 70,8% son diseñadores, mientras que el 20,8% son prosumers y el 8,3% makers. Este dato contrasta con encuestas previas, donde el nivel de prosumers era mínimo frente al de makers (Asión-Suñer & López-Forniés, 2021a). Esto se debe a que el término prosumer no está lo suficientemente extendido e incluso existe cierta confusión en torno a su significado. Sin embargo, en esta ocasión el término fue explicado al comienzo de la prueba tanto en el vídeo como en la guía por lo que muchos usuarios se sintieron identificados con él.

La mitad de los usuarios consideraron que el método de evaluación tenía interés práctico para ellos, mientras que el 41,7% respondió que lo usaría en función de las circunstancias. Podemos afirmar que la mayoría de evaluadores encuentran interés práctico en el método tras utilizarlo por primera vez. Ningún diseñador

respondió que no usaría el método, lo que confirma su potencial aplicación en el ámbito del diseño de productos. Sin embargo, estos resultados muestran que es necesario trabajar más el método para acercarlo a campos no especializados como el maker o el prosumer. Los entornos no especializados no están acostumbrados al uso de métodos de diseño, por lo que la aplicación de éstos a menudo les resulta inusual y complicada. Este hecho afecta directamente al interés de estos usuarios al no ver una aplicación clara para ellos.

Entre las opiniones de los evaluadores, varios de ellos comentaron que el método requería más atención de la que esperaban, sobre todo a la hora de interpretar y entender los niveles. En este aspecto, consideraron que la guía de diseño y el vídeo introductorio facilitaba en gran medida este trabajo y que la forma de presentarlos era óptima para entenderlo correctamente. Sin embargo, a algunos les resultaba complejo diferenciar ciertos elementos, como los módulos. Algunos evaluadores también hicieron referencia a que se requiere una mayor explicación o un análisis más profundo de los productos para poder evaluarlos correctamente, por lo que disponer de más información les ayudaría a mejorar su evaluación. Finalmente, también opinaron que el método era una buena guía para las fases previas de ideación y de diseño, lo que apoya el uso potencial que se le pretende dar.

El uso de la guía de iniciación y el vídeo introductorio han facilitado en gran medida la aplicación final del método. Que todos los evaluadores contaran con la misma información ha sido clave para aumentar el índice de convergencia en los resultados. Además del contenido, la forma de transmitirlo ha contribuido a lograr que los usuarios comprendieran correctamente los términos abarcados. Así pues, se identifica la necesidad de seguir evolucionando la guía de diseño con un doble objetivo: acercarla a los usuarios no especializados y ampliar la información proporcionada. Por otra parte, a los evaluadores les resultó más difícil entender los apartados de la guía donde había más cantidad de información. Se concluye que, para que logren interiorizar correctamente los conceptos, es preferible aportar pequeñas dosis de información fáciles de entender.

La convergencia entre los resultados de la evaluación de los investigadores y la realizada por los profesionales verifica el funcionamiento del método. El método validado es apto para diferenciar aquellos productos que destacan por la presencia o ausencia de ciertas características. Sin embargo, es necesario realizar un trabajo más preciso para afinar los niveles y detectar diferencias más pequeñas entre las características de varios productos. Debemos lograr que no sólo coincida lo que pueda resultar más evidente, sino que el método también sea capaz de detectar aspectos que inicialmente puedan pasar desapercibidos.

Los conceptos de diseño resultan más fáciles de evaluar a nivel individual para la persona que los crea y conoce. Si se hace una valoración grupal, puede haber diversas interpretaciones y discrepancias. Generar debate es beneficioso para la búsqueda de mejoras, pero también puede limitar al método ya que implica que los evaluadores deben estar juntos en algún momento. Como se puede comprobar en la evaluación de los productos no comercializados (Instructables, 2018; Olovsson & Cho, 2021), el nivel de convergencia entre los resultados es inferior que en el resto de casos. No obstante, la finalidad del método es utilizarlo para crear productos modulares centrados en el prosumer. Por esta razón, su uso final está enfocado a las fases conceptuales de diseño de producto, permitiendo valorar y elegir entre varios conceptos que tienen un tema y objetivo común. En el presente trabajo se ha utilizado con productos comercializados con el objetivo de no generar dudas y reducir la subjetividad por interpretación de los evaluadores. Si se definieran ciertas pautas para su uso en productos finalizados, la evaluación podría generar variantes que optimizaran algunas de las características evaluadas.

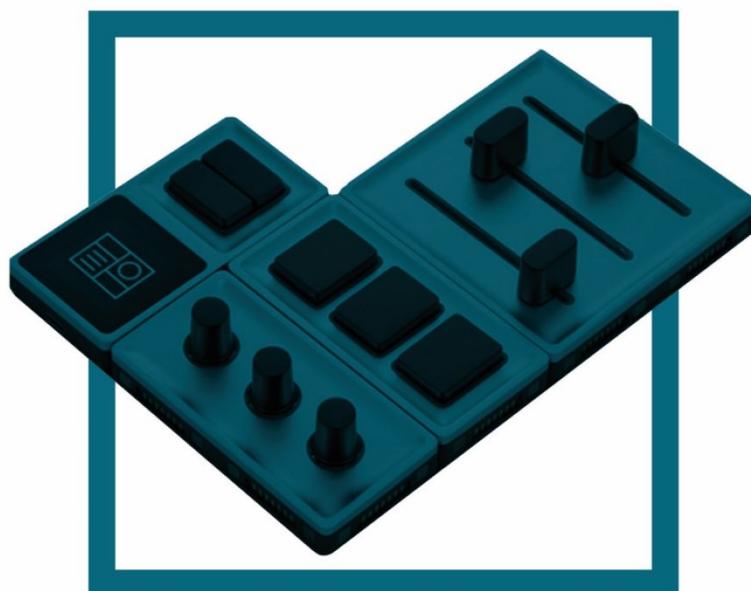
La Tabla 42 discrimina los productos respecto al consenso de los evaluadores. Hay productos con mayor convergencia que se comprenden fácilmente como modulares, pero muestran dificultad para el prosumer (ROOM Collection o BESTÅ) o que permiten intervenir fácilmente al prosumer pero presentan mayor complejidad modular (Neuron Inventor Kit o Organizer cabinet). Se observa que puede ser un error introducir en una misma métrica características de diseño modular y prosumer cuando evaluamos productos de distintos sectores industriales. Por este motivo, una futura optimización puede consistir en revisar la métrica y evaluar productos pertenecientes a un mismo sector industrial en los tres ámbitos verificando que se cumplen los supuestos de las hipótesis iniciales y que existe convergencia. Además, debemos tener en cuenta que cuando la métrica se utilice en conceptos de diseño todos compartirán unos mismos objetivos, requisitos y limitaciones por pertenecer a un mismo proceso creativo.

Como parte de una posible evolución futura del método, se propone también trabajar en su desarrollo para que cada área a evaluar pueda utilizarse de forma independiente a la métrica. Por ejemplo, utilizando únicamente las características de prosumer e incluso proponiendo nuevas características secundarias. Asimismo, también se pueden añadir al método otras tres características generales de evaluación de conceptos: novedad, viabilidad y factibilidad. Esto contribuiría a valorar no sólo el nivel de diseño modular y de prosumer del concepto, sino también su valía como propuesta de diseño a desarrollar en fases posteriores.

Resultados y conclusiones

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





RESULTADOS Y CONCLUSIONES

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

La investigación presentada en esta tesis doctoral ha generado una serie de resultados y conclusiones que evidencian la importancia y aplicabilidad del tema tratado en ella. El presente capítulo cierra el trabajo mediante la exposición de los resultados obtenidos y de las conclusiones alcanzadas.

Estos resultados finales se estructuran en cuatro pilares: *publicaciones*, *consecución de objetivos*, *conclusiones* y *trabajo futuro*. En primer lugar, se presentan las publicaciones y actividades de difusión que se han realizado de forma continuada a lo largo de toda la investigación. Posteriormente se expone y justifica la consecución de objetivos en cada una de las fases trabajadas. Para ello se analiza para cada capítulo los objetivos marcados inicialmente, los resultados e imprevistos surgidos, y las conclusiones obtenidas de ellos. Tras esto, se exponen una serie de reflexiones del conjunto de la investigación desde un punto de vista global. Estas conclusiones se basan en la experiencia obtenida al final de la investigación que permite observar los puntos iniciales e intermedios con una perspectiva más amplia. Finalmente, se proponen una serie de trabajos futuros a realizar siguiendo la línea de investigación tratada y los resultados presentados.



Figura 34. Infografía de los resultados y conclusiones generados por la tesis doctoral.

Publicaciones, difusión y otros resultados

Los avances y resultados de la investigación se han dado a conocer a la comunidad científica a través de varios medios. Se realizaron ponencias en congresos, jornadas doctorales y eventos científicos de los cuales surgieron diversas publicaciones. Paralelamente, se llevaron a cabo actividades formativas como cursos y seminarios. Como parte de esta difusión se obtuvieron también una serie de reconocimientos a la labor de investigación realizada en esta tesis.

Artículos JCR

- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021). Analysis of Modular Design Applicable in Prosumer Scope. Guideline in the Creation of a New Modular Design Model. *Applied Sciences. Special Issue "New Trends in Design Engineering"*, 11 (22): 10620. <https://doi.org/10.3390/app112210620>
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2022). Conceptualization of modular products for the prosumer. A design workshop. *DYNA Ingeniería e Industria*. (En revisión)

Capítulos de libro

- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2019). Modular Design: Product Design Opportunities and a Case Analysis. In *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing II. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 596-609). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-12346-8_58
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2020). Prosumer and Product Design Through Digital Tools. In *Advances in Design Engineering. INGEGRAF 2019. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 23-30). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41200-5_3
- Asión-Suñer L., & López-Forniés I. (2021). Review of Product Design and Manufacturing Methods for Prosumers. In *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing III. JCM 2020. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 506-519). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-70566-4_21
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021). Adoption of modular design by makers and prosumers. A survey. In *Proceedings of the Design Society, Volume 1* (pp. 355-364). Cambridge University Press, Cambridge. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.36>

- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021). Los usuarios prosumer en el proceso creativo de los cómics transmedia y su potencial relación con el diseño de producto. En *Dibujando historias. El cómic más allá de la imagen* (pp. 621–630). Prensas de la Universidad de Zaragoza, Zaragoza. <https://puz.unizar.es/2589-dibujando-historias-el-comic-mas-alla-de-la-imagen.html>
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021). Modular Design Assessment: Development and Application of a Product Characteristic-Based Tool. In *Design Tools and Methods in Industrial Engineering II. ADM 2021. Lecture Notes in Mechanical Engineering* (pp. 311–319). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91234-5_31
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2022). Validation of a New Evaluation Method of Modular Design Focused on the Prosumer. In *Proceedings of the Design Society, 2* (pp. 313–322). ISSN 2732–527X. Cambridge University Press, Cambridge. <https://www.doi.org/10.1017/pds.2022.33>
- Asión-Suñer L., & López-Forniés I. (2022). Evaluation Method of Modular Products for the Prosumer. Proposal and Improvement. In *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing IV. JCM 2022. Lecture Notes in Mechanical Engineering*. Springer, Cham. (Aceptado y pendiente de publicación)

Congresos y jornadas

- **VI Jornadas Doctorales del Grupo 9 de Universidades** (Santander, 2018). *Modelo metodológico de diseño modular aplicado a Industria 4.0* (Póster)
- **International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering and Advanced Manufacturing 2018** (Cartagena, 2018). *Modular design: Product design opportunities and a case analysis* (Ponencia)
- **V Jornadas Doctorales del Campus Iberus** (Jaca, 2018). *Modelo metodológico de diseño modular aplicado a Industria 4.0* (Póster)
- **II Congreso Internacional de Estudios Interdisciplinarios sobre Cómic** (Zaragoza, 2019). *Los usuarios prosumer en el proceso creativo de los cómics transmedia y su potencial relación con el diseño de producto* (Ponencia)
- **29th International Conference on Graphics Engineering** (Logroño, 2019). *Prosumer and Product Design Through Digital Tools* (Póster)
- **International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering and Advanced Manufacturing 2020** (Aix-en-Provence, 2020). *Review of Product Design and Manufacturing Methods for Prosumers* (Ponencia)

- **XV Encuentro Latinoamericano de Diseño** (Buenos Aires, 2020). *Prosumer: actualidad y tendencia. Potencialidad del diseño modular* (Ponencia)
- **I Congreso Anual de Estudiantes de Doctorado** (Elche, 2021). *El diseño modular en la creación de productos para prosumer* (Ponencia)
- **30th International Conference on Graphics Engineering** (Valencia, 2021). *Analysis of modular design applicable in prosumer scope* (Ponencia)
- **XII Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño de la Universidad de Palermo** (Buenos Aires, 2021). *Diseñador & Prosumer. Democratización del diseño modular en Internet* (Ponencia)
- **23rd International Conference on Engineering Design** (Gothenburg, 2021). *Adoption of modular design by makers and prosumers. A survey* (Ponencia)
- **ADM2021 International Conference** (Roma, 2021). *Modular Design Assessment: Development and Application of a Product Characteristic -Based Tool* (Ponencia)
- **17th International Design Conference** (Cavtat, 2022). *Validation of a New Evaluation Method of Modular Design Focused on the Prosumer* (Ponencia)
- **International Joint Conference on Mechanics, Design Engineering and Advanced Manufacturing 2022** (Ischia, 2022). *Evaluation Method of Modular Products for the Prosumer. Proposal and Improvement* (Ponencia)
- **31th International Conference on Graphics Engineering** (Málaga, 2022). *Conceptualization of modular products for the prosumer. A design workshop* (Ponencia)
- **XII Congreso Latinoamericano de Enseñanza del Diseño de la Universidad de Palermo** (Buenos Aires, 2022). *Guías y manuales. Transferir conocimiento en diseño a usuarios no especializados* (Ponencia)

Reconocimientos

- **Premio de los Doctorandos al mejor Póster en el área de Ingeniería y Arquitectura** (Santander, 2018). VI Jornadas Doctorales del G-9.
- **Best Paper in the topic “Product Design & Development”** (Logroño, 2019). 29th International Conference on Graphics Engineering.
- **Premio a la mejor comunicación en la temática “Innovation in Design”** (Valencia, 2021). 30th International Conference on Graphics Engineering.

Actividades formativas

- **Exaptación & Diversidad, proceso creativo para investigación y ciencia** (40 horas). Instituto Aragonés de Empleo, 2018.

- **Recursos y fuentes de información académica y científica: uso, gestión y evaluación** (15 horas). *Escuela de Doctorado de Unizar*, 2018.
- **IV Ciclo de Conferencias sobre la Gestión de la Innovación TIC**. *Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza*, 2018.
- **Inglés Académico – Ingeniería y Arquitectura** (30 horas). *Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza*, 2019.
- **¿Cómo desarrollar una carrera profesional?** (7 horas). *Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza*, 2019.
- **El estilo en la escritura académica** (20 horas). *Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza*, 2019.
- **Inteligencia emocional, neuroaprendizaje, psicología positiva, coaching de equipos y emprendimiento** (15 horas). *Escuela de Doctorado de la Universidad de Zaragoza*, 2020.

Otros resultados

- **Codirección del Trabajo Fin de Grado “Diseño modular para el usuario prosumer”**. Universidad de Zaragoza, curso 2020/2021. Autor: Gevorg Rostomyan. Directores: Ignacio López Forniés, Laura Asión Suñer.
- **Revisora en ADM2021 International Conference en el área “Human-Related and User-Centered Design”**. Sapienza University. Rome, 2021.
- **Moderadora de la sala “Innovation in Design” en el 30th International Conference on Graphics Engineering**. Valencia, 2021.

ACTAS DE CONGRESOS

- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2020). Prosumer: actualidad y tendencia. Potencialidad del diseño modular. En *Actas de Diseño 33* (p. 268). Universidad de Palermo, Buenos Aires. <https://doi.org/10.18682/add.vi33>
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021). Diseñador & Prosumer. Democratización del diseño modular en Internet. En *Actas de Diseño 38* (p. 164). Universidad de Palermo, Buenos Aires. <https://doi.org/10.18682/add.vi38>
- Asión-Suñer, L. (2022). El diseño modular en la creación de productos para prosumer. En *Actas del I Congreso Anual de Estudiantes de Doctorado (CAED)* (p. 277). Editorial UMH, Elche. ISBN: 978-84-18177-17-0.
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2022). Guías y manuales. Transferir conocimiento en diseño a usuarios no especializados. En *Actas de Diseño*. Universidad de Palermo, Buenos Aires. (Aceptado y pendiente de publicación)

SEMINARIOS DE INVESTIGACIÓN

- “El diseño modular como herramienta en la Industria 4.0”. *Seminario de Investigación en Ingeniería de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza*, 2018.
- “El diseño modular en la creación de productos para prosumer”. *Seminario de Investigación en Ingeniería de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza*, 2020.
- “El diseño modular en el ámbito prosumer: aplicación, resultados y conclusiones”. *Seminario de Investigación en Ingeniería de Diseño y Fabricación de la Universidad de Zaragoza*, 2022.

Consecución de objetivos

Este apartado argumenta y justifica las aportaciones de esta tesis. Al tratarse de una línea de investigación sin precedentes, su planificación, ejecución y desarrollo han resultado de gran importancia a la hora de lograr los resultados expuestos. Por ello, es necesario comprender cómo se han alcanzado en cada fase, qué imprevistos han surgido y cómo se han resuelto. Además, el hecho de que la investigación fuera lineal hace que cada fase esté condicionada por los resultados de la anterior, debiendo adaptar los objetivos en cada caso. Por otra parte, se han dado también una serie de condicionantes externos que han afectado crucialmente al desarrollo de la investigación, siendo también necesario citarlos y explicar cómo se han resuelto para lograr las metas establecidas.

A pesar de que estos puntos han sido presentados a lo largo del cuerpo de la tesis, es importante agruparlos y sintetizarlos a modo de conclusión final. Un repaso del proceso desarrollado en todas las fases facilita la visualización global del trabajo y contribuye a la comprensión de la metodología seguida y los objetivos alcanzados. En consecuencia, también facilita la extracción de una serie de conclusiones finales desde un punto de vista global que tenga en cuenta los pasos más importantes del proceso.

Los objetivos alcanzados en cada fase se presentan a través de una tabla que sintetiza el proceso en cuatro puntos: objetivos marcados (1), problemas surgidos (2), resultados obtenidos (3) y conclusiones (4). De este modo, no sólo se enumeran los objetivos cumplidos, sino que se evidencia y justifica cómo se han logrado y qué ha cambiado con respecto a los marcados inicialmente.

A continuación, la Tabla 43 expone estos resultados:

Fase	Objetivos marcados	Problemas e imprevistos	Resultados obtenidos	Conclusiones
1. Estado del arte del diseño modular	<ul style="list-style-type: none"> • Revisión. Delimitar el estado del diseño modular y las contribuciones académicas que se han realizado en el ámbito. • Evolución. Analizar cómo ha evolucionado e identificar potenciales sectores de aplicación. • Líneas de investigación. Definir varias líneas de investigación para continuar el desarrollo de una. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad de referencias. El volumen de información encontrada resultó mayor al estimado. • Término difuso. Falta de consenso, confusión entre el proceso "diseño modular" y la característica "modularidad". • Modificación de la línea de investigación. Desvinculación de Industria 4.0 para focalizarla en el usuario prosumer. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bibliografía. Definición de varios autores, recopilación de características y métodos de diseño. • Estudio de casos reales. Lista de casos que muestran su evolución y aplicación actual en la industria. • 3 líneas de investigación. Centradas en la sostenibilidad, la evolución de métodos actuales y la Industria 4.0. 	<ul style="list-style-type: none"> • Falta de definición. En el ámbito académico y en su aplicación, el diseño modular no tiene una definición globalmente compartida. • Desarrollo de producto. La mayoría de métodos se enfocan en el desarrollo desde el punto de vista de la industria. • Contexto actual. El diseño modular debe evolucionar teniendo en cuenta el contexto y usuarios actuales.
2. Caracterización del diseño modular	<ul style="list-style-type: none"> • Definir diseño modular. Facilitar una aplicación consensuada que evite confusiones con otros términos. • Resultados aplicables. Lista de características que permitan comprender, valorar y aplicar el diseño modular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Jerarquizar características. Diferencias cuáles son <i>sine qua non</i> y cuáles mejoran la modularidad. • Dificultad de publicación. Discusión sobre la terminología y segmentación de las publicaciones en ámbitos muy específicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Relación MAP. El diseño modular como proceso y su relación con la arquitectura de producto y sus módulos. • Características. Listado de características esenciales y complementarias y sus respectivas definiciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Lenguaje disfuncional. En torno a modular, modularidad y diseño modular. • Evaluación. Las características mejoran la comprensión del diseño modular y además pueden utilizarse en su evaluación.
3. El prosumer en la era actual	<ul style="list-style-type: none"> • Herramientas. Listado de las herramientas más comunes usadas por el prosumer para intervenir en diseño/fabricación de productos. • Diseño. Definir cómo aplican el diseño y si existen métodos enfocados en los usuarios prosumer dentro del ámbito académico. • Relación con el diseño modular. Estudiar si saben lo que es el diseño modular y en qué ámbitos lo aplican. Analizar si conocen todas las ventajas que les ofrece en el diseño de productos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Confusión terminológica. El término hace también referencia a usuarios profesionales y al autoconsumo. Esto afectó notablemente a la búsqueda de nuevas referencias bibliográficas. • Auge maker. La fuerte presencia de estos usuarios facilitó la ejecución del estudio de campo, pero también lo sesgó parcialmente. Fue necesario ampliar la encuesta a diseñadores profesionales y volver a focalizar la búsqueda de prosumers. 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de casos y publicaciones. Clasificación y comparativa de casos reales, listado de herramientas físicas y digitales, e identificación de métodos de diseño para el prosumer. • Estudio de campo. Entrevistas a expertos, asistencia a un evento y encuesta internacional que ofrecen conclusiones sobre la relación entre el prosumer, el proceso de diseño y la aplicación del diseño modular. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación como prosumer. Los makers tienen un rasgo muy identificativo definido por la colectividad, pero prosumers no se autodefinen ni pertenecen a ningún grupo. • Uso sesgado de diseño modular. Lo aplican parcialmente o hacen solo diseño de módulos. No están explotando todo su potencial. • Vínculo a la fabricación. Incorporan mejoras mediante prueba y error, pero poca innovación en diseño.

<p>4. Aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Vínculo diseño modular-prosumer. Cómo es su relación y aplicación conjunta tanto en casos reales como en métodos que unan los dos términos. • Nuevo modelo de diseño. Propuesta de un modelo basado en los métodos analizados de diseño modular y de prosumer. • Experimentación Aplicación del modelo propuesto en un proyecto con usuarios externos para validarlo y optimizarlo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Cambios en la experimentación Modalidad virtual debido a COVID-19. Cambio de proyecto Make It Special a TFG por adaptarse mejor a los requisitos. • Formato del método. Propuesta de método en lugar de modelo por facilitar más la comprensión ante usuarios no especializados. • Acercamiento a no especializados Necesidad de crear guías de fácil comprensión para que sepan cómo funciona un método de diseño. 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso actual DM para prosumers. Definición del proceso, análisis de métodos y casos reales comunes. • Propuesta método. Listado de objetivos y fases (general). Definición y presentación de un nuevo método (particular). • Aplicación en un proyecto real. Realización de dos talleres de diseño (conceptos) y dirección de un TFG (producto). • Método de evaluación. Propuesta y validación basada en caracterización. 	<ul style="list-style-type: none"> • Nicho de investigación. Carencia de métodos y herramientas comunes entre diseño modular y prosumer. • Aplicación. Los usuarios externos aplicaron correctamente el método propuesto. • Evaluar para crear. La valoración de conceptos permite aumentar su nivel de diseño modular y de prosumer en las fases de diseño. • Guía de diseño. Facilita la comprensión del método y la transferencia de conocimientos.
---	--	--	---	--

Tabla 43. Consecución de objetivos en cada fase de la investigación.

Como se puede observar, la columna *Resultados obtenidos* está estrechamente ligada a *Objetivos marcados*, pues describe la consecución de los objetivos iniciales tras solventar los problemas e imprevistos surgidos durante el desarrollo. Por otra parte, también encontramos un fuerte vínculo entre la columna *Conclusiones alcanzadas* y los *Objetivos marcados* de la siguiente fase, ya que las conclusiones obtenidas influyen y definen los objetivos a lograr en las fases posteriores.

En términos generales, los objetivos de cada fase se han cumplido de forma satisfactoria. Los imprevistos surgidos han contribuido a redirigir la investigación y las hipótesis iniciales hacia resultados más seguros y certeros. De este modo, en los casos donde no se han cumplido los objetivos marcados ha sido por la necesidad de adaptar el desarrollo de la fase a estos factores. Si nos centramos en cada una de las cuatro fases por separado podemos obtener una serie de conclusiones respecto a sus procesos de desarrollo:

1. **Estado del arte del diseño modular.** Gracias a la cantidad de referencias disponibles y los casos reales encontrados se pudo realizar una revisión de su estado actual y su evolución en los últimos años. Pese a la información disponible, se concluye que su aplicación y comprensión es todavía difusa por la falta de consenso en su definición. Además, la mayoría de métodos se centran en las fases de desarrollo y fabricación, sin tener en cuenta el contexto actual y las nuevas necesidades de los usuarios. Por ello se concluye continuar la línea de investigación centrada en los prosumers.

2. **Caracterización del diseño modular.** Esta fase responde a la evidente falta de consenso detectada en la fase anterior, que afecta a la correcta aplicación del diseño modular. Para focalizar su uso en los prosumers, es necesario que estos lo comprendan y no lo confundan con otros términos. A pesar de la dificultad para establecer una jerarquía entre las características identificadas, se presenta un listado de características esenciales y complementarias que permiten valorar si un producto cumple con diseño modular (evaluación). Estos resultados se vieron afectados a la hora de su publicación por el lenguaje disfuncional que rodea a *modular*, *modularidad* y *diseño modular*. Además, las publicaciones estaban segmentadas en ámbitos muy específicos de desarrollo, ingeniería y fabricación centrados en la evolución de métodos existentes.
3. **El prosumer en la era actual.** Terminada la fase de análisis del diseño modular, esta fase se centra en el estudio del público objetivo: los usuarios prosumer. Las dificultades encontradas en este caso no influyeron a la hora de desarrollar la investigación, por lo que los resultados obtenidos se correspondieron con los objetivos marcados inicialmente. No obstante, cabe destacar que la confusión terminológica por las diversas definiciones de *prosumer* sigue afectando en la actualidad a la búsqueda de nuevas referencias bibliográficas, pues la mayoría pertenecen a áreas de autoconsumo o marketing. Este hecho está relacionado con que los prosumers no se autodenominan bajo este término, por lo que no se ha generalizado entre la población la definición utilizada en esta tesis (productor + consumidor).
4. **Aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer.** Esta fase converge los resultados de las fases previas mediante la aplicación del diseño modular en el ámbito prosumer. En este caso, los imprevistos surgidos afectaron a los resultados finales con respecto al planteamiento inicial. La definición del vínculo entre los dos términos y el análisis de métodos revelaron la necesidad de crear un único método de fácil comprensión para usuarios no especializados. Por otra parte, la carencia de herramientas comunes condicionó la propuesta de una serie de objetivos y requisitos a cumplir en el desarrollo de futuros métodos de diseño modular centrados en los prosumers. En cuanto a la experimentación, se concluye que los usuarios comprendieron y aplicaron correctamente el método en la generación de conceptos, pero les resultaba complejo llevar a cabo una evaluación objetiva. En este aspecto, la generación de una guía de diseño facilitó la transferencia de conocimientos y la aplicación del método.

Aportaciones

El nivel más alto de aportación e innovación al ámbito trabajado se encuentra en la última fase de la tesis. Debido a la naturaleza analítica de las tres primeras fases, éstas ofrecen conclusiones valiosas que son aplicables incluso en otras líneas de investigación relacionadas con diseño modular y con prosumer de forma independiente. Resulta difícil realizar aportaciones novedosas en un ámbito tan desarrollado como el diseño modular. Por ello, las dos primeras fases (estado del arte y caracterización) son más valiosas si se analizan desde el punto de vista del usuario final, pues la bibliografía encontrada trabaja mayoritariamente su aplicación en la industria y la fabricación.

El nivel de aportación a la comunidad académica crece en la tercera fase, donde la mayoría de estudios sobre prosumer se centran en autoconsumo y marketing, y no en la definición de Alvin Toffler (Toffler, 1980). Además, la ausencia de métodos de diseño enfocados a estos usuarios evidencia la importancia de realizar aportaciones en este ámbito. No obstante, en lo que a esta línea de investigación se refiere, la mayor aportación se realiza en la última fase de aplicación. Es en este punto donde realmente se desarrolla la aplicación de los resultados previos a través de tres puntos: propuesta de un nuevo método, experimentación y método de evaluación. Los resultados satisfactorios en los tres puntos revelan nuevas formas de aplicar el diseño modular para satisfacer las necesidades de los usuarios finales. No solo se facilita la creación de nuevos métodos en esta área a través de la definición de una serie de requisitos, sino que también se hace una propuesta concreta que se aplica posteriormente en un proyecto real. Además, el método de evaluación propuesto puede ser utilizado como parte de nuevos modelos de diseño e introducido en la fase de evaluación de otros métodos.

En conjunto, estos resultados contribuyen a la democratización del diseño modular tanto para el público no especializado como para diseñadores profesionales. Se facilita la creación de productos modulares a través de su caracterización, que aporta un mejor acceso al término. Por otra parte, el método de evaluación también se puede utilizar de forma parcial para valorar únicamente las características de diseño modular. Su aplicación tanto en las fases conceptuales como en las de desarrollo contribuye a la mejora de las características modulares del producto.

Es necesario destacar la importancia de invertir esfuerzos en la fase de conceptualización tanto en el ámbito del diseño modular como en el de prosumer. La carencia de métodos en estas fases evidencia la significativa aportación que supone la propuesta validada en esta tesis. A un nivel más general, los resultados y conclusiones expuestos también justifican y facilitan el desarrollo de nuevas herramientas y métodos focalizados en las fases conceptuales de diseño.

Finalmente, el diseño de productos enfocados al prosumer abre una nueva vía de investigación que se puede abarcar desde otras herramientas ajenas al diseño modular. En el contexto actual, resulta de gran relevancia transmitir conocimientos de diseño a un sector cada vez más interesado en fabricar y construir sus propios productos. En este aspecto, las pautas establecidas para dirigir nuevos métodos de diseño a usuarios no especializados, así como el estilo gráfico y comunicativo propuesto, suponen una importante aportación para este fin. A su vez, estas pautas se alinean con aspectos como el reciclaje (reutilización de piezas y componentes), sostenibilidad o economía circular. Como resultado, la tesis facilita la generación de conocimiento mediante acciones que afectan a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en los que pueden servir de ayuda.

Conclusiones

El marco teórico de esta investigación establece una importante diferencia entre los dos términos principales estudiados: diseño modular y prosumer. Mientras que en el primero se encuentra una extensa bibliografía que lo abarca en múltiples sectores y ámbitos de la industria, el segundo apenas tiene referencias académicas que lo desarrollen bajo el mismo significado que se toma en esta tesis. Es por esto que para analizar al prosumer fue necesario realizar un amplio estudio de campo que ampliara y actualizara su información y lo relacionara con diseño modular.

La elección de trabajar en el ámbito del diseño modular surge a raíz de las ventajas que aporta en la configuración de nuevos productos. Sus características ofrecen una amplia gama de vías de desarrollo en investigación, algunas de ellas a penas explotadas como la que se define en esta tesis. Se consideró relevante desarrollar un Trabajo Final de Máster en el que se relacionara con el contexto actual para detectar en qué áreas podía hacer una aportación más significativa.

La convergencia de la investigación del ámbito de la *Industria 4.0* al *prosumer* se debió principalmente a dos factores. El primero fue la trayectoria que estaba tomando dentro de la *Industria 4.0*. Se observó que se dirigía cada vez más a la fabricación ágil y la producción estandarizada, áreas profundamente trabajadas por otros autores y donde resulta difícil aportar una novedad significativa. El segundo factor fue el auge de los *prosumers* y su forma de consumo en la actualidad. La creación de nuevas herramientas de fabricación accesibles para cualquier usuario facilita su intervención en los productos que consume. Por estos motivos, se decidió pasar del ámbito general (*Industria 4.0*) al particular (*prosumer*) en el desarrollo de esta investigación.

Durante la primera etapa de la investigación se encontró una alta dificultad para publicar los resultados obtenidos en revistas de alto impacto. Pese al interés inicial de los editores en la investigación, las publicaciones se vieron afectadas por problemas de comprensión que dieron lugar a discusión. En el caso concreto del *diseño modular*, algunos revisores afirmaban que albergaba el mismo significado que los términos *modularidad* y *modular*. No lo entendían como un proceso de diseño pese a su aplicación real y los métodos desarrollados, pues lo definían como un proceso de diseño siendo una característica del producto diseñado. Esta incoherencia del lenguaje puede deberse a factores externos, como el idioma, o internos, como la falta de consenso ya identificada.

No se identifica una revista concreta donde publicar los resultados obtenidos. Al tratarse de una nueva línea de investigación centrada en dos términos que no se han relacionado previamente, no hay precedentes de otras publicaciones similares. Esto no ha supuesto un problema a la hora de realizar publicaciones, pues la mayoría se han realizado como capítulos de libro en el área del diseño industrial y la ingeniería gráfica. La publicación principal de la tesis se ha llevado a cabo en una revista científica que aún varias ramas de conocimiento (*Applied Sciences*), dentro de un capítulo especial sobre nuevas tendencias en ingeniería de diseño.

Debido a las diferentes acepciones que tiene el término *prosumer*, ha sido necesario aclarar en los trabajos publicados a cuál se hace referencia en esta investigación. Esta puntualización ha sido especialmente necesaria debido a las escasas publicaciones que hacen referencia al mismo significado. En su lugar, la mayoría de ellas se refieren a las otras dos definiciones que se vinculan a *prosumer*. La primera se entiende como *autoconsumo* y está muy relacionada con el área energética y la generación de energía eléctrica. La segunda pertenece al área del marketing y la sociología, y se refiere a los usuarios profesionales altamente informados. En este caso, nos referimos a *prosumer* como productor y consumidor.

En la aplicación real del método propuesto se observa que a los usuarios que no han trabajado previamente con métodos de diseño, como makers y prosumers, les resulta difícil comprenderlo y aplicarlo. Su manera de trabajar se basa en actuar, fabricar u optimizar directamente el diseño realizado, por lo que no se plantean el diseño conceptual como una fase previa a realizar. En este aspecto, existe una barrera a la hora de introducir métodos de diseño en este tipo de usuarios acostumbrados a seguir sus propios procesos. Sus intervenciones sobre el producto suelen tener un bajo nivel de innovación, recurriendo normalmente a la personalización o evolución de algún componente concreto. Es complejo transmitir las ventajas de los métodos de diseño a perfiles que no suelen trabajar en las fases conceptuales de diseño. Se concluye que una buena vía para llegar a ellos es formatos con los que ya están habituados a trabajar, como guías y tutoriales.

La experimentación con usuarios externos realizada en torno al método de evaluación tenía la particularidad de desarrollarse de forma independiente y autónoma. Supuso un importante reto transmitir los términos clave y el funcionamiento del método a voluntarios que no conocían el objetivo y método de la tesis. Además, estos usuarios cumplían con tres perfiles diferentes: diseñadores, makers y prosumers. Dirigirse a todos ellos suponía trabajar en la universalidad del método y su estilo comunicativo para que fuera comprensible por usuarios no especializados. El desarrollo de una guía de diseño explicativa y un tutorial complementario facilitaron esta labor en gran medida. Al concluir la experimentación, los usuarios afirmaron que este material fue de gran ayuda para comprender y aplicar el método correctamente.

Trabajo futuro

Se propone continuar el trabajo de investigación presentado mediante la evolución y publicación de una guía completa de diseño que ilustre el método propuesto. El objetivo es generar un documento autoexplicativo y fácil de entender por cualquier usuario interesado en crear productos modulares para el prosumer. La guía utilizada en el método de evaluación puede servir como base para el desarrollo de esta guía de diseño. Para generar interés y mejorar su aceptación, se buscará la transmisión de pequeñas dosis de información que se traduzcan en resultados rápidos para el usuario.

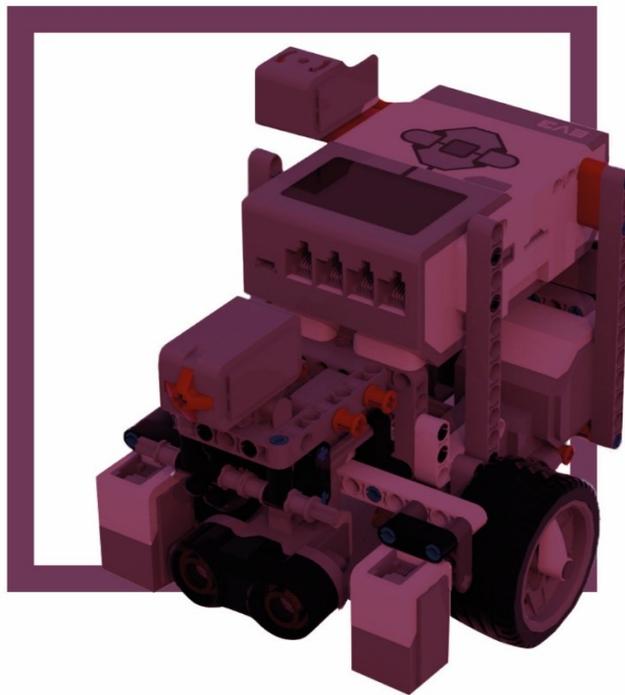
La creación de esta guía puede abrir una vía de desarrollo en la generación de nuevas guías y manuales de diseño. Su estilo se puede extrapolar a una serie de métodos de diseño que puedan ser representados en un formato similar. Esto puede dar lugar a una línea de publicaciones que transfieran los conocimientos de diseño a usuarios profesionales y no especializados. Como resultado, no sólo se llegaría al ámbito maker y prosumer, si no que los métodos serían fácilmente comprensibles para todos los públicos.

En referencia al método de evaluación, se puede continuar con su mejora hasta llegar a un alto nivel de objetividad. Se trabajará además en una publicación en una revista de alto impacto para difundirlo entre la comunidad científica. Por otra parte, su evolución posterior puede abarcar la inclusión de nuevas características referentes a otros ámbitos de diseño mientras se mantiene la estructura original de checklist propuesta en este trabajo.

Referencias bibliográficas

TESIS DOCTORAL
**El diseño modular en la creación
de productos para prosumer**





REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

REFERENCIAS

- 20Minutos. (2016). Lenovo Moto Z, un móvil modular con picoprojector. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.20minutos.es/videos/tecnologia/prBVXY58-lenovo-moto-z-un-movil-modular-con-picoprojector/>
- 3D Helmets. (2019). 3D Helmets. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <http://www.3dhelmetsnzi.com/>
- 3D Printer OS. (2019). 3D Printer OS. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.3dprinteros.com/>
- A., S., P.T., H., & T., K. (2010). Application of modularity in world automotive industries: A literature analysis. *International Journal of Automotive Technology and Management*, 10(4), 361-377. <https://doi.org/10.1504/IJATM.2010.035646>
- Abowardah, E. S. (2016). Design Process & Strategic Thinking in Architecture. *Proceedings of 2016 International Conference on Architecture & Civil Engineering*, 32-45. <https://doi.org/10.17758/ur.u0316313>
- AdEspresso. (2019). Online design tools. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://adespresso.com/blog/online-design-tools/>
- Adobe. (2021). Diseña infografías personalizadas con Adobe Spark Post. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.adobe.com/es/express/create/infographic>
- Alcarria, R., Robles, T., Dominques, A. M., Conzales-Miranda, S. (2012). New Service Development Method for Prosumer Environments. *ICDS 2012: The Sixth International Conference on Digital Society. New Service Development Method for Prosumer Environments.*, (7), 86-91.
- AlGeddawy, T, Samy, S. N., & ElMaraghy, H. (2017). Best design granularity to balance assembly complexity and product modularity. *Journal of Engineering Design*, 28(7-9), 457-479. <https://doi.org/10.1080/09544828.2017.1325859>
- AlGeddawy, Tarek, & ElMaraghy, H. (2013). Reactive design methodology for product family platforms, modularity and parts integration. *CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology*, 6(1), 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.cirpj.2012.08.001>
- Allen, K. R., & Carlson-Skalak, S. (1998). Defining product architecture during conceptual design. *ASME Design Engineering Technical Conference, Atlanta, GA*. <https://doi.org/10.1115/DETC98/DTM-5650>
- Alpala, L. O., Alemany, M. del M. E., Peluffo-Ordoñez, D. H., Bolaños, F., Rosero, A. M., & Torres, J. C. (2018). Methodology for the design and simulation of industrial facilities and production systems based on a modular approach in an «industry 4.0» context. *DYNA (Colombia)*, 85(207), 243-252. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n207.68545>
- Amazon. (2019a). Amazon. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.amazon.es/>
- Amazon. (2019b). Blokable. Recuperado 10 de octubre de 2019, de <https://blokable.com/>
- Anderson, C. (2013). *Makers: la nueva revolución industrial*. Barcelona: Ediciones Urano.
- Anzalone, G. C., Wijnen, B., & Pearce, J. M. (2015). Multi-material additive and subtractive prosumer digital fabrication with a free and open-source convertible delta RepRap 3-D printer. *Rapid Prototyping Journal*, 21(5), 506-519. <https://doi.org/10.1108/RPJ-09-2014-0113>
- Asimow, M. (1962). *Introduction to design*. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall.
- Asión-Suñer, L. (2021a). Evaluation form. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://forms.gle/FUcHqU5sM6tMyrKr7>
- Asión-Suñer, L. (2021b). User guide for a new product evaluation method. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=tmXe3cWjh2I>
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2019). Modular Design: Product Design Opportunities and a Case Analysis. En *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing II* (pp. 596-609). https://doi.org/10.1007/978-3-030-12346-8_58
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2020). Prosumer and Product Design Through Digital Tools. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*, 23-30. https://doi.org/10.1007/978-3-030-41200-5_3
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021a). Adoption of Modular Design By Makers and Prosumers. A Survey. *Proceedings of the Design Society*, 1, 355-364. <https://doi.org/10.1017/pds.2021.36>
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021b). Analysis of Modular Design Applicable in

- Prosumer Scope. Guideline in the Creation of a New Modular Design Model. *Applied Sciences*, 11(22), 10620. <https://doi.org/10.3390/app112210620>
- Asión-Suñer, L., & López-Forniés, I. (2021c). Review of Product Design and Manufacturing Methods for Prosumers. En L. Roucoules et al. (Eds.) (Ed.), *Joint Conference on Mechanics, Design Engineering and Advances Manufacturing* (pp. 1-7). https://doi.org/10.1007/978-3-030-70566-4_21
- Balay. (2021). Descarga de manuales de instrucciones. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.balay.es/servicio-al-cliente/manuales-de-instrucciones-electrodomesticos>
- Baldwin, C., & Clark, K. (1997). Managing in an Age of Modularity. *Harvard Business Review*, 75(Sep/Oct97), 84-93.
- Baldwin, C. Y., & Clark, K. B. (2000). Design Rules: The Power of Modularity. *Academy of Management Review*, 26, 471. <https://doi.org/10.1159/000348293>
- Bartodziej, C. J. (2017). The Concept Industry 4.0. *The Concept Industry 4.0*, (2011). <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16502-4>
- Behance. (2013). Modular Furniture - Shape and Function. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.behance.net/gallery/7121169/Modular-Furniture-Shape-and-Function>
- Behance. (2015). Boreas Bootlegger. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.behance.net/gallery/27380713/Boreas-Bootlegger>
- Behance. (2018). Mode | Modular Headphones. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.behance.net/gallery/60425833/Mode-Modular-Headphones>
- Behance. (2020). MORPHOX: Modular Controller. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.behance.net/gallery/101098537/MORPHOX-Modular-Controller>
- Behance. (2021). Modular Table. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.behance.net/gallery/119377601/Modular-Table>
- Behance. (2022). SimpliSeat. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.behance.net/gallery/888142/SimpliSeat>
- bevator. (2021). Recursos y herramientas para innovar. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://tool.bevator.com/recursos-bevator/>
- BIC Company. (2021). BicWorld. Recuperado 15 de enero de 2021, de <https://www.bicworld.com/es>
- Blättel-mink, B. (2010). Prosumer Revisited. En *Prosumer Revisited*. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-91998-0>
- Blikstein, P. (2013). Digital fabrication and 'making' in education: The democratization of invention. *FabLabs: Of machines, makers and inventors*, 4(1), 1-21.
- Bloqbag. (2020). Bloqbag. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.bloqbag.com/>
- Bobbe, T., Krzywinski, J., & Woelfel, C. (2016). A comparison of design process models from academic theory and professional practice. *Proceedings of International Design Conference, DESIGN, DS 84*, 1205-1214.
- Böhmman, T., & Junginger, M. (2003). Modular Service Architectures : A Concept and Method for Engineering IT services 1 Helmut Krcmar Technical University of Munich. *36th Hawaii International Conference on System Sciences*, 1-10.
- Bolsamania. (2017). Camal Edit, el revolucionario coche autónomo y modular. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.bolsamania.com/kmph/camal-edit-el-revolucionario-coche-italiano-autonomo-y-modular/>
- Bonvoisin, J., Halstenberg, F., Buchert, T., & Stark, R. (2016). A systematic literature review on modular product design. *Journal of Engineering Design*, 27(7), 488-514. <https://doi.org/10.1080/09544828.2016.1166482>
- Boothroyd, G., & Alting, L. (1992). Design for assembly and disassembly. *CIRP annals*, 41(2), 625-636.
- Borjesson, F., & Hölttä-Otto, K. (2014). A module generation algorithm for product architecture based on component interactions and strategic drivers. *Research in Engineering Design*, 25(1), 31-51. <https://doi.org/10.1007/s00163-013-0164-2>
- Bourguignon, D. (2015). At a Glance: New circular economy package. *EPRS (European Parliamentary Research Service)*, 1. Recuperado de www.nation.co.ke
- Braineet. (2019). Braineet. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.braineet.com/en/>
- Brezet, H., & Van Hemel, C. (1997). EcoDesign Strategy Wheel. WikID. *The Industrial Design Engineering wiki*.
- Browning, T. R. (2001). Applying the design structure matrix to system decomposition and

- integration problems: a review and new directions. *IEEE Transactions on Engineering management*, 48(3), 292-306.
- Bruns, A. (2009). *From Prosumer to Prosumer: Understanding User-Led Content Creation*.
- Burda. (2019). Burda. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.burdastyle.es/>
- Bytheway, C. W. (1992). FAST: An Intuitive Thinking Technique. *VALUE WORLD*, 28(1), 2.
- Cabestany, J., Rojas, I., & Joya, G. (2011). *Advances in Computational Intelligence: 11th International Work-Conference on Artificial Neural Networks, IWANN 2011, Torremolinos-Málaga, Spain, June 8-10, 2011, Proceedings* (Vol. 6692). Springer.
- Campbell, R. I., & Bernabei, R. (2017). Increasing product attachment through personalised design of additively manufactured products. *Proceedings of the International Conference on Engineering Design, ICED*, 5(DS87-5), 71-79.
- Canvanizer. (2021). Canvanizer. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://canvanizer.com/>
- Cao, H., & Folan, P. (2012). Product life cycle: the evolution of a paradigm and literature review from 1950-2009. *Production Planning & Control*, 23(8), 641-662.
- Casiopea. (2012). Diseño modular. Recuperado 4 de octubre de 2019, de https://wiki.ead.pucv.cl/index.php/Diseño_Modular
- CC. (2021). Creative Commons. Recuperado 11 de julio de 2021, de <https://creativecommons.org/>
- Cecotec. (2021). PowerGear 1500XL. Recuperado 18 de enero de 2021, de <https://www.storeceotec.com/es/batidoras-de-mano/792-powergear-1500-xl-mash-pro.html>
- Chang, T. S., & Ward, A. C. (1995). Design-in-modularity with conceptual robustness. *Advances in design automation*, 81-83.
- Chen, W., Rosen, D., Allen, J. K., & Mistree, F. (1994). Modularity and the independence of functional requirements in designing complex systems. *Concurrent Product Design*, 74, 31-38.
- Chung, W.-H., Kremer, G. E. O., & Wysk, R. A. (2014). A modular design approach to improve product life cycle performance based on the optimization of a closed-loop supply chain. *Journal of Mechanical Design*, 136(2), 21001.
- Converse. (2019). Converse Design Your Own. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.converse.com/es/es/landing-design-your-own>
- Corino López, C. (2019). *Industria 4.0: Bases Tecnológicas de las Smart Factories*. Universidad de Cantabria.
- Coursera. (2021). Coursera. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://es.coursera.org/>
- Crawley, E., de Weck, O., Eppinger, S., Magee, C., Moses, J., Seering, W., ... Weck, O. De. (2004). The influence of architecture in engineering systems. *MIT Engineering Systems Symposium*, 1-30. Recuperado de <http://esd.mit.edu/symposium/monograph>
- Cuartielles, D. (2018). *PLATFORM DESIGN: Creating Meaningful Toolboxes When People Meet*. <https://doi.org/https://doi.org/10.24834/2043/26130>
- Customizer, S. (2019). Smart Customizer. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.smartcustomizer.com/>
- Dahmus, J., Gonzalez-Zugasti, J., & Otto, K. (2001). Modular Product Architecture. *Proceedings of DETC2000, DETC2000/D(August)*, 409-424. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(01\)00004-7](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(01)00004-7)
- Davies, R. (2015). Industry 4.0. Digitalisation for productivity and growth. *European Parliamentary Research Service*, (September), 10.
- den Hollander, M. C., Bakker, C. A., & Hultink, E. J. (2017). Product Design in a Circular Economy: Development of a Typology of Key Concepts and Terms. *Journal of Industrial Ecology*, 21(3), 517-525. <https://doi.org/10.1111/jiec.12610>
- Derlot. (2022). Prisma. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.derlot.com/collections/p/prisma>
- Design-Milk. (2022). Plakativ: A Wall-Mounted Modular Shelving System. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://design-milk.com/plakativ-wall-mounted-modular-shelving-system/>
- Designboom. (2015). MoMo modular furniture employs flexibility for increased versatility. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.designboom.com/design/momo-modular-furniture-08-20-2015/>
- Desygner. (2019). Desygner. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://desygner.com/es/>
- DIY 3D Printing. (2019). DIY 3D Printing. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <http://diy3dprinting.blogspot.com/>

- Doran, D., de Blok, C., Luijkx, K., Meijboom, B., & Schols, J. (2010). Modular care and service packages for independently living elderly. *International Journal of Operations & Production Management*.
- Dori, D. (2001). Object-process methodology applied to modeling credit card transactions. *Journal of Database Management*, 12(1), 4-14. <https://doi.org/10.4018/jdm.2001010101>
- Downe, L. (2021). Introducing the good services scale. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://blog.louisedowne.com/2020/06/24/introducing-the-good-services-scale/>
- Drew. (2019). Los cambios que trae la industria 4.0. Recuperado 24 de junio de 2020, de <https://blog.wearadrew.co/los-cambios-que-trae-la-industria-4.0>
- DS Automobiles. (2019). Build Your DS. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.dsautomobiles.co.uk/ds-store/configurator>
- Dürschmid, T., Söchting, M., & Trapp, M. (2015). ProsumerFX : Mobile Design of Image Stylization Components. *SIGGRAPH Asia 2017 Mobile Graphics & Interactive Applications*, 1.
- Dyson. (2021). Dyson Cyclone V10. Recuperado 18 de enero de 2021, de <https://www.dyson.es/aspiradoras/sin-cable/dyson-cyclone-v10/absolute>
- Echevarría-Quintana, M. (2015). *Metodología del diseño conceptual modular para la construcción de variables modulares*. <https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Ecobe, K. (2017). Ki Ecobe. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.kickstarter.com/projects/1121278858/ki-ecobe-customizable-self-assembled-footwear?lang=es>
- edX. (2021). edX. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://www.edx.org/es>
- El Mundo. (2016). Los eléctricos del Grupo PSA tendrán 450 kilómetros de autonomía. Recuperado 10 de octubre de 2019, de <https://www.elmundo.es/motor/2016/05/27/57483d7e22601d94338b4643.html>
- El Mundo. (2017). Uno de los impulsores de Amazon Go vende casas modulares «a domicilio». Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.elmundo.es/economia/vivienda/2017/04/13/58ecea4f22601db13b8b45a7.html>
- El País. (2017). El MIT crea la casa 'transformer'. Recuperado 4 de octubre de 2019, de https://elpais.com/tecnologia/2017/06/08/actualidad/1496921383_099021.html
- El País. (2019). La moda sostenible entra en el armario. Recuperado 3 de octubre de 2019, de https://elpais.com/sociedad/2019/03/11/actualidad/1552315218_083368.html
- El Periódico. (2020). Coronavirus makers: el virus bueno. Recuperado 16 de abril de 2020, de <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20200406/coronavirus-makers-el-virus-bueno-7910535>
- Ellen Macarthur Foundation. (2019). Ellen Macarthur Foundation. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/>
- ElMaraghy, H., & AlGeddawy, T. (2015). A Methodology for Modular and Changeable Design Architecture and Application in Automotive Framing Systems. *Journal of Mechanical Design*, 137(12). <https://doi.org/10.1115/1.4031549>
- Engel, A., Browning, T. R., & Reich, Y. (2017). Designing products for adaptability: insights from four industrial cases. *Decision Sciences*, 48(5), 875-917.
- Eppinger, S. D., & Browning, T. R. (2012). *Design structure matrix methods and applications*. MIT press.
- Erixon, G. (1996). Design for modularity. En *Design for X* (pp. 356-379). Springer.
- Erixon, G. (1998). Modular function deployment: a method for product modularisation. En *PhD. Thesis, KTH, Dept. of Manufacturing systems*.
- Erlhoff, M., & Marshall, T. (2007). *Design dictionary: perspectives on design terminology*. Walter de Gruyter.
- Ertekin, Y., Husanu, I. N. C., Chiou, R., & Konstantinos, J. (2014). Interdisciplinary senior design project to develop a teaching tool: Dragon conductive 3D printer. *ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings*.
- Escribano-García, R., Corral-Bobadilla, M., Somovilla-Gómez, F., Lostado-Lorza, R., & Ahmed, A. (2021). A theoretical model with which to safely optimize the configuration of hydraulic suspension of modular trailers in special road transport. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(1), 1-17. <https://doi.org/10.3390/app11010305>
- Faiña, A., Nejati, B., & Stoy, K. (2020). Evobot: An open-source, modular, liquid handling robot for scientific experiments. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/app10030814>
- Fairphone. (2020). Fairphone. Recuperado 12 de abril de 2020, de

- <https://www.fairphone.com/es/>
- Favi, C., & Germani, M. (2012). A method to optimize assemblability of industrial product in early design phase: From product architecture to assembly sequence. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 6(3), 155-169. <https://doi.org/10.1007/s12008-012-0147-y>
- Fernández, A. (2016). Renault Mégane Estate 2016, la opción más familiar y dinámica. Recuperado 10 de octubre de 2019, de motor.es/noticias/renault-megane-estate-2016-201628868.html
- Fettermann, D. de C., & Echeveste, M. E. S. (2014). New product development for mass customization: a systematic review. *Production and Manufacturing Research*, 2(1), 266-290. <https://doi.org/10.1080/21693277.2014.910715>
- Figueiras, T. (2014). NoSoloMaquetas. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://www.youtube.com/c/AgustinCarballaFigueiras/featured>
- Fischer, G. (1998). Beyond couch potatoes: From consumers to designers. *Proceedings - 3rd Asia Pacific Computer Human Interaction, APCHI 1998*, 2-9. <https://doi.org/10.1109/APCHI.1998.704130>
- Fralinger, B., & Owens, R. (2009). You Tube As A Learning Tool. *Journal of College Teaching & Learning (TLC)*, 6(8), 15-28. <https://doi.org/10.19030/tlc.v6i8.1110>
- Frandsen, T. (2017). Evolution of modularity literature: a 25-year bibliometric analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 37(6), 703-747.
- Franke, N., Von Hippel, E., & Schreier, M. (2006). Finding commercially attractive user innovations: A test of lead-user theory. *Journal of Product Innovation Management*, 23(4), 301-315. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2006.00203.x>
- Freecube. (2018). Freecube. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.kickstarter.com/projects/1470062165/freecube-the-worlds-first-modular-tech-command-cen?lang=es>
- Fundación La Caixa. (2021a). educaixa. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://educaixa.org/es/home>
- Fundación La Caixa. (2021b). educaixaTV. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://www.youtube.com/channel/UCPartL7GqF59y4U50s9uyvA>
- Fundación La Caixa. (2021c). educaixaTV prototipar. Recuperado 9 de marzo de 2021, de https://www.youtube.com/watch?v=yCOg_O9e6Dg
- García Sáez, C. (2019). *Fabricación digital, movimiento maker y futuro del trabajo*. 1-122. Recuperado de http://www.proyectosfundacionorange.es/Estudio_FabricacionDigital_FundacionOrange.pdf
- Gardan, J. (2017). Definition of users' requirements in the customized product design through a user-centered translation method. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 11(4), 813-821. <https://doi.org/10.1007/s12008-015-0275-2>
- Gasca, J., & Zaragoza, R. (2014). *Designpedia. 80 herramientas para construir tus ideas*. LID Editorial.
- Gershenson, J. K., Prasad, G. J., & Zhang, Y. (2003). Product modularity: definitions and benefits. *Journal of Engineering Design*, 14(3), 295-313. <https://doi.org/10.1080/0954482031000091068>
- Gershenson, J. K. (2004). Product modularity: measures and design methods. *Journal of Engineering Design* 10 - 15, p. 33.
- Gershenson, John K., & Prasad, G. J. (1997). Product Modularity and its effect on Service and Maintenance. *Proceedings of the 1997 Maintenance and Reliability Conference*, (1985).
- Gershenson, John K, Prasad, G. J., & Allamneni, S. (1999). Modular Product Design : A Life-cycle View. *Journal of Integrated Design and Process Science*, 3(4), 1-9.
- GitHub. (2019). GitHub. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://github.com/>
- Gobierno de España. (2021a). Infografías Estrategia de Vacunación COVID-19. Recuperado 14 de junio de 2021, de https://www.mscbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/vacunaciones/covid19/COVID-19_Infografias_EstrategiaVacunacion.htm
- Gobierno de España. (2021b). Las 6M siempre en mente. Recuperado 14 de junio de 2021, de https://www.mscbs.gob.es/en/profesionales/saludPublica/ccayes/alertasActual/nCov/documentos/Infografia_6M.pdf
- GoldieBox. (2019). GoldieBox. Recuperado 10 de octubre de 2019, de <https://www.goldieblox.com/>

- Google. (2021a). Google Activate. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://learndigital.withgoogle.com/activate>
- Google. (2021b). Google Jamboard. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://jamboard.google.com/>
- Greve, E., Fuchs, C., Hamraz, B., Windheim, M., Rennpferdt, C., Schwede, L.-N., & Krause, D. (2022). Knowledge-Based Decision Support for Concept Evaluation Using the Extended Impact Model of Modular Product Families. *Applied Sciences*, Vol. 12. <https://doi.org/10.3390/app12020547>
- Gu, P., Hashemian, M., Sosale, S., & Rivin, E. (1997). An integrated modular design methodology for life-cycle engineering. *CIRP Annals*, 46(1), 71-74.
- Hakkens, D. (2019). PhoneBlocks. Recuperado 10 de octubre de 2019, de <https://phonebloks.com/>
- Halassi, S., Semeijn, J., & Kiratli, N. (2019). From consumer to prosumer: a supply chain revolution in 3D printing. *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, 49(2), 200-216. <https://doi.org/10.1108/IJPDLM-03-2018-0139>
- happierWork. (2019). happierHR. Recuperado 27 de diciembre de 2019, de <https://happierwork.com/happierhr/>
- Hasso Plattner Institute of Design at Stanford University. (2021). D.school. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://dschool.stanford.edu/>
- Hatch, M. (2013). *Maker Movement Manifesto: Rules for Innovation in the New World of Crafters*. McGraw-Hill.
- He, D. W., & Kusiak, A. (1996). Performance analysis of modular products. *International Journal of Production Research*, 34(1), 253-272. <https://doi.org/10.1080/00207549608904900>
- Heineken. (2019). Your Heineken. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.heineken.com/es/>
- Hermida Balboa, C., & Domínguez, M. (2014). Economía circular como marco para el ecodiseño: el modelo ECO-3. *Revista Informador Técnico*, 78(1), 82-90. <https://doi.org/10.23850/22565035.71>
- Herrero-Diz, P., Ramos-Serrano, M., & Nó, J. (2016). Minors as creators in the digital age: From prosumer to collaborative creator. Theoretical review 1972-2016. *Revista Latina de Comunicacion Social*, 71, 1301-1322. <https://doi.org/10.4185/RLCS-2016-1147en>
- Hevosmaa, T. (2017). *Modulaarisuus raitiovaunuissa*.
- Hölttä-Otto, K. (2005). Modular Product Platform Design. En *Australian Midwifery* (Vol. 18). [https://doi.org/10.1016/S1448-8272\(05\)80018-5](https://doi.org/10.1016/S1448-8272(05)80018-5)
- Hölttä-Otto, K., Chiriach, N. A., Lysy, D., & Suk Suh, E. (2012). Comparative analysis of coupling modularity metrics. *Journal of Engineering Design*, 23(10-11), 787-803. <https://doi.org/10.1080/09544828.2012.701728>
- Hölttä-Otto, K., & Raviselvam, S. (2016). Guidelines for finding Lead user like behavior for latent need discovery. *Proceedings of NordDesign, NordDesign 2016*, 2.
- Hostelvendin. (2019). Lay's busca de nuevo el sabor del millón de dólares. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.hostelrending.com/noticias/noticias.php?n=5647>
- Huang, T. (2020). Chorus. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.terrenehuang.com/chorus>
- Hubka, V., & Eder, W. E. (2012). *Theory of technical systems: a total concept theory for engineering design*. Springer Science & Business Media.
- IDEFO. (2017). Knowledge Based Systems. Recuperado 10 de diciembre de 2018, de <http://www.idef.com/>
- IDEO. (2021). Design Kit. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://www.designkit.org/>
- IDEO U. (2021a). Brainstorming Resources. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.ideo.com/pages/brainstorming-resources>
- IDEO U. (2021b). *Service Design: Human-Centered Service Design*. Recuperado de <https://www.ideo.com/products/human-centered-service-design>
- IKEA. (2018). Boklok IKEA. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.boklok.com/>
- IKEA. (2019). IKEA Homepage. Recuperado 10 de octubre de 2019, de <http://www.ikea.com/es/es/>
- IKEA. (2021a). BESTÅ pre-designed combinations. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.ikea.com/es/en/cat/besta-pre-designed-combinations-700277/>
- IKEA. (2021b). Instrucciones de montaje. Recuperado 14 de junio de 2021, de

- <https://www.ikea.com/es/es/customer-service/product-support/assembly-guides/>
Ikea Hackers. (2019). Ikea Hackers. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.ikeahackers.net/>
- Instructables. (2018). Modular Sandpaper Organizer Cabinet. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.instructables.com/Modular-Sandpaper-Organizer-Cabinet/>
- Instructables. (2019). Instructables. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.instructables.com/howto/prosumer/>
- Instructables. (2021). New Life for an Old Ebike. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.instructables.com/New-Life-for-an-Old-Ebike-New-Battery-Ignition-Lig/>
- Instructables. (2022a). 3D Modular Wine Rack. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.instructables.com/3D-Modular-Wine-Rack/>
- Instructables. (2022b). Iceberg: the Modular Toolbox. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.instructables.com/Iceberg-the-Modular-Toolbox/>
- Instructables. (2022c). Laser Cut Treasure Chest Money Box. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.instructables.com/Laser-Cut-Treasure-Chest-Money-Box/>
- Instructables. (2022d). Modular Molecule Lamp. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.instructables.com/Modular-Molecule-Lamp/>
- Instructables. (2022e). Walnut Cruiser. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.instructables.com/Walnut-Cruiser/>
- Jeong, Y., Kim, H. J., Cho, H., & Nam, T. J. (2019). M.Integrator: a maker's tool for integrating kinetic mechanisms and sensors. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*. <https://doi.org/10.1007/s12008-019-00639-7>
- Jones, J. C. (1970). *Design methods*. John Wiley & Sons.
- Jung, S., & Simpson, T. W. (2017). New modularity indices for modularity assessment and clustering of product architecture. *Journal of Engineering Design*, 28(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/09544828.2016.1252835>
- Kaplan, A. M., & Haenlein, M. (2006). Toward a parsimonious definition of traditional and electronic mass customization. *Journal of product innovation management*, 23(2), 168-182.
- Kashkoush, M., & Elmaraghy, H. (2016). Optimum Overall Product Modularity. *Procedia CIRP*, 44, 55-60. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.023>
- Kerr, J. W. (1980). *General Motors Phenomenal SD40 Series Diesel-electric Locomotives*. Delta Publications Associates Division.
- Kickstarter. (2016). RePhone Kit - World's First Open Source and Modular Phone. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.kickstarter.com/projects/seed/rephone-kit-worlds-first-open-source-and-modular-p?lang=es>
- Kidd, T., & Morris Jr, L. R. (2017). *Handbook of research on instructional systems and educational technology*. IGI Global.
- Kidd, T. T., Song, H., Klinger, K., Powell, H., & Vinci, L. (2008). *Handbook of Research on Instructional Systems and Technology Volume II. II*.
- Knott, S. (2013). Design in the age of presumption: The craft of design after the object. *Design and Culture*, 5(1), 45-67. <https://doi.org/10.2752/175470813X13491105785587>
- Koh, E. C. Y., Förg, A., Kreimeyer, M., & Lienkamp, M. (2015). Using engineering change forecast to prioritise component modularisation. *Research in Engineering Design*, 26(4), 337-353.
- Kotler, P. (1986). The Prosumer Movement: A New Challenge for Marketers. *Advances in Consumer Research*, 13(1), 510-513.
- Kumar, S., Wöhrle, H., Trampler, M., Simnofske, M., Peters, H., Mallwitz, M., ... Kirchner, F. (2019). Modular design and decentralized control of the RECUPERA exoskeleton for stroke rehabilitation. *Applied Sciences (Switzerland)*, 9(4). <https://doi.org/10.3390/app9040626>
- Kusiak, A., & Huang, C.-C. (1997). Design of modular digital circuits for testability. *IEEE Transactions on Components, Packaging, and Manufacturing Technology: Part C*, 20(1), 48-57.
- La Marque du Consommateur. (2019). La Marque du Consommateur. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://lamarqueduconsommateur.com/>
- La Vanguardia. (2020). Coronavirus Makers: innovación social y cooperación tecnológica contra la Covid-19. Recuperado 26 de abril de 2020, de <https://www.lavanguardia.com/tecnologia/20200418/48544501897/coronavirus-makers-mascarillas-impresoras-3d.html>
- Laboratorio de Gobierno. (2021). Guías permitido innovar. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.lab.gob.cl/guias-permitido-innovar>

- Lau, A. K. W., Yam, R. C. M., & Tang, E. (2011). The impact of product modularity on new product performance: Mediation by product innovativeness. *Journal of Product Innovation Management*, 28(2), 270–284. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5885.2011.00796.x>
- Ledyard Stebbins, G. (1973). The Evolution of Design. *American Biology Teacher*, 35(2), 57–61. <https://doi.org/10.2307/4444220>
- LEGO. (2018). Lego Ideas. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://ideas.lego.com>
- LEGO. (2019). LEGO Mindstorms. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.lego.com/es-es/themes/mindstorms>
- LEGO. (2021). Building Instructions. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.lego.com/es-es/service/buildinginstructions/>
- Lehtonen, T. (2007). *Designing Modular Product Architecture in the New Product Development*.
- Leseure, M., Hudson-Smith, M., Bask, A., Lipponen, M., Rajahonka, M., & Tinnilä, M. (2010). The concept of modularity: diffusion from manufacturing to service production. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 21(3), 355–375. <https://doi.org/10.1108/17410381011024331>
- Levine, R., Locke, C., & Searls, D. (2011). *The cluetrain manifesto*. New York: Basic books.
- Li, H; Ji, Y; Li, Q. et al. (2018). A methodology for module portfolio planning within the service solution layer of a product–service system. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 94, 3287–3308. <https://doi.org/10.1007/s00170-016-9976-3>
- Li, Y., Wang, Z., Zhang, L., Chu, X., & Xue, D. (2017). Function module partition for complex products and systems based on weighted and directed complex networks. *Journal of Mechanical Design*, 139(2), 21101. <https://doi.org/10.1115/1.4035054>
- Liu, C., Hildre, H. P., Zhang, H., & Rølvåg, T. (2016). Product architecture design of multi-modal products. *Research in Engineering Design*, 27(4), 331–346.
- Løkkegaard, M., Mortensen, N. H., & McAloone, T. C. (2016). Towards a framework for modular service design synthesis. *Research in Engineering Design*, 27(3), 237–249.
- López-Forniés, I., & Fernández Vázquez, A. (2018). El cómic como vehículo para la creatividad en el diseño. *Nuevas visiones sobre el cómic: un enfoque interdisciplinar*, 485–495. Prensas Universitarias de Zaragoza.
- López-Forniés, I., & Lasala, S. (2020). *Guía de Visual Thinking*.
- LuxRobo. (2019). MODI. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://modi.luxrobo.com/>
- Ma, J., & Kremer, G. E. O. (2016). A systematic literature review of modular product design (MPD) from the perspective of sustainability. En *International Journal of Advanced Manufacturing Technology* (Vol. 86). <https://doi.org/10.1007/s00170-015-8290-9>
- MacMillan, T. (2012). On state street, “maker” movement arrives. Retrieved November, 15, 2014.
- MADE. (2019). MADE. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.made.com/>
- Magnusson, M., & Pasche, M. (2014). A contingency-based approach to the use of product platforms and modules in new product development. *Journal of Product Innovation Management*, 31(3), 434–450. <https://doi.org/10.1111/jpim.12106>
- Makeblock. (2020). Makeblock Neuron. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.makeblock.es/productos/neuron/>
- Makeblock. (2021). Neuron Inventor Kit. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://www.makeblock.es/productos/neuron/>
- Maker Faire. (2019). Maker Faire. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://makerfaire.com/>
- Maker Faire Bilbao. (2019). Maker Faire Bilbao. Recuperado 1 de noviembre de 2019, de <https://bilbao.makerfaire.com/>
- Maker Shed. (2019). Maker Shed. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.makershed.com/>
- MakerCase. (2019). MakerCase. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.makercase.com/>
- Makezine. (2019). Makezine. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://makezine.com/>
- Manchester City FC. (2019). Manchester City FC. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.mancity.com/news/club-news/club-news/2016/june/new-man-city-website>
- Manzini, E. (2015). *Design, when everybody designs: An introduction to design for social innovation*. MIT press.
- Manzini, E., & Marión, F. J. (1992). *Artefactos: hacia una nueva ecología del ambiente artificial*. Experimenta Ediciones de Diseno.
- Marc Scimè. (2019). BeoCafe. Recuperado 14 de marzo de 2019, de

- <https://www.behance.net/gallery/34204619/BeoCafe>
- Marion, T. J., Meyer, M. H., & Barczak, G. (2015). The influence of digital design and IT on modular product architecture. *Journal of Product Innovation Management*, 32(1), 98-110.
- Marshall, R., & Leaney, P. G. (2002). Holonic product design: A process for modular product realization. *Journal of Engineering Design*, 13(4), 293-303. <https://doi.org/10.1080/0954482021000050839>
- Marshall, Russell. (1998). *Design modularisation: a systems engineering based methodology for enhanced product realisation*.
- Martin, M. V., & Ishii, K. (2002). Design for variety: developing standardized and modularized product platform architectures. *Research in engineering design*, 13(4), 213-235.
- Maurya, S., Arai, K., Moriya, K., Arrighi, P. A., & Mougnot, C. (2019). A mixed reality tool for end-users participation in early creative design tasks. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing*, 13(1), 163-182. <https://doi.org/10.1007/s12008-018-0499-z>
- McGrath, M. E. (2000). *Product Strategy for High-Technology Companies: Accelerating Your Business to Web Speed*, (Товарная стратегия для компаний высокотехнологического сектора: Бизнес со скоростью всемирной паутины).
- McLuhan, M., & Nevitt, B. (1972). *Take today: the executive as dropout*. New York, N.Y.: Harcourt Brace Jovanovich.
- Meccano. (2019). Meccano. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <http://www.meccano.com>
- Meyer, M. H., & Lehnerd, A. P. (1997). *The power of product platforms*. Simon and Schuster.
- Mikhak, B., Lyon, C., Gorton, T., & Archives, T. P. S. U. C. (2002). Fab Lab: an alternate model of ICT for development. *2nd international conference on open collaborative design for sustainable innovation*, 1-7.
- Mikkola, J. H. (2006). Capturing the degree of modularity embedded in product architectures. *Journal of Product Innovation Management*, 23(2), 128-146.
- MINI. (2019). MINI Yours Customised. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://yours-customised.mini/>
- MiriádaX. (2019). MiriádaX. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://miriadax.net/home>
- Miro. (2021). Miro. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://miro.com/>
- MIT. (2019). Ori Systems. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://oriliving.com/>
- mmodulUS. (2019). mmodulUS. Recuperado 27 de diciembre de 2019, de <https://mmodulus.tumblr.com/>
- Monogram. (2022). Monogram Creative Console. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://monogramcc.com/>
- Morita, Y. (2007). Research on a Design Evaluation and Assessment System from the Perspective of the Relationship between Universal Design and Good Design. *International Conference on Mechanical Engineering and Mechanics 2007*, 40-47.
- Muffatto, M. (1999). Introducing a platform strategy in product development. *International Journal of Production Economics*, 60, 145-153.
- Muffatto, M., & Roveda, M. (2000a). Developing product platforms:: analysis of the development process. *Technovation*, 20(11), 617-630.
- Muffatto, M., & Roveda, M. (2000b). Developing product platforms: *Technovation*, 20(11), 617-630. [https://doi.org/10.1016/S0166-4972\(99\)00178-9](https://doi.org/10.1016/S0166-4972(99)00178-9)
- Mundo Crochet. (2021). Patrones Crochet. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.mundocrochet.com/punto-red-en-crochet/>
- Mycoted. (2021). Creativity Techniques A to Z. Recuperado 14 de junio de 2021, de https://www.mycoted.com/Category:Creativity_Techniques
- Netflix. (2019). Netflix. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.netflix.com>
- Neuronilla. (2016). Brainswarming. Recuperado 12 de junio de 2022, de <https://neuronilla.com/brainswarming/>
- Neuronilla. (2021). Técnicas de Creatividad para la Innovación. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.neuronilla.com/desarrolla-creatividad/tecnicas-creatividad/>
- Newcomb, P. J., Bras, B., & Rosen, D. W. (1996). Implications of modularity on product design for the life cycle. *Proceedings of the 1996 ASME Design Engineering Technical Conference and Computer in Engineering Conference*, 1-12. <https://doi.org/10.1115/1.2829177>
- Nike. (2019). NikeID. Recuperado 14 de marzo de 2019, de https://www.nike.com/es/es_es/c/nikeid
- O'Grady, P. J. (1999). *The age of modularity: Using the new world of modular products to*

- revolutionize your corporation*. Adams & Steele.
- Olovsson, E., & Cho, K. (2021). ROOM Collection Furniture System. Recuperado 9 de noviembre de 2021, de <https://mocoloco.com/room-collection-furniture-system-by-erik-olovsson-kyuhyung-cho/>
- OnShape. (2019). OnShape. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.onshape.com/products/education>
- openHAB. (2019). openHAB Project. Recuperado 27 de diciembre de 2019, de <https://www.openhab.org/>
- Otto, K., Hölttä-Otto, K., Simpson, T. W., Krause, D., Ripperda, S., & Moon, S. K. (2016). Global views on modular design research: linking alternative methods to support modular product family concept development. *Journal of Mechanical Design*, 138(7), 71101.
- Otto, Kevin N. (2003). *Product design: techniques in reverse engineering and new product development*.
- Otto, Kevin Norbert. (2014). Modularization to Support Multiple Brand Platforms. *13th International Conference on Design Theory and Methodology*, 125-138. <https://doi.org/10.1115/DETC2001/DTM-21695>
- Pahl, G., & Beitz, W. (2013). *Engineering design: a systematic approach*. Springer Science & Business Media.
- Pakkanen, J., Juuti, T., & Lehtonen, T. (2016). Brownfield Process: A method for modular product family development aiming for product configuration. *Design studies*, 45, 210-241.
- Papavlasopoulou, S., Giannakos, M. N., & Jaccheri, L. (2017). Empirical studies on the Maker Movement, a promising approach to learning: A literature review. *Entertainment Computing*, 18, 57-78. <https://doi.org/10.1016/j.entcom.2016.09.002>
- Pavlopoulou, Y. (2020). *European framework conditions of circular collaborative production*. (821479).
- Peterson, J., Larsson, J., Mujanovic, M., & Mattila, H. (2011). Mass customisation of flat knitted fashion products: Simulation of the co-design process. *Autex Research Journal*, 11(1), 6-13.
- Piktochart. (2021). Cómo Crear Una Infografía: Guía Completa. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://piktochart.com/blog/como-crear-una-infografia-guia-completa/>
- Pinterest. (2021). Pinterest. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.pinterest.es/>
- Pro Model Deck. (2019). Pro Model Deck. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <http://www.promodeldeck.com/es/>
- Ramírez-Rios, L. Y., Camargo-Wilson, C., Olguín-Tiznado, J. E., López-Barreras, J. A., Inzunza-González, E., & García-Alcaraz, J. L. (2021). Design of a modular plantar orthosis system through the application of TRIZ methodology tools. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(5), 1-16. <https://doi.org/10.3390/app11052051>
- Raviselvam, S., Noonan, M., & Hölttä-Otto, K. (2014). Using elderly as lead users for universal engineering design. *Assistive Technology Research Series*, 35, 366-375. <https://doi.org/10.3233/978-1-61499-403-9-366>
- Rayna, T., Striukova, L., & Darlington, J. (2015). Co-creation and user innovation: The role of online 3D printing platforms. *Journal of Engineering and Technology Management - JET-M*, 37, 90-102. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2015.07.002>
- Rechtin, E., & Maier, M. W. (2010). *The art of systems architecting*. CRC Press, New York, (November), 2-7. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.11708.85123>
- Rendell, J. (2001). VW top, but others are catching up fast. *Automotive world*, 26-34.
- RepRap. (2017). Clone Wars. Recuperado 27 de diciembre de 2019, de https://www.reprap.org/wiki/Proyecto_Clone_Wars
- ReViste. (2019). ReViste. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://openurbanlab.com/2018/11/09/arranca-el-proyecto-reviste-taller-creativo-de-iniciacion-al-upcycling-denim/>
- Ripperda, S., & Krause, D. (2017). Cost effects of modular product family structures: Methods and quantification of impacts to support decision making. *Journal of Mechanical Design*, 139(2), 21103. <https://doi.org/10.1115/1.4035430>
- Ritzer, G., Dean, P., & Jurgenson, N. (2012). The Coming of Age of the Prosumer. *AMERICAN BEHAVIORAL SCIENTIST*, Vol. 56, pp. 379-398. <https://doi.org/10.1177/0002764211429368>
- Ritzer, G., & Jurgenson, N. (2010). Production, Consumption, Prosumption: The Nature of Capitalism in the Age of the Digital 'Prosumer'. *Journal of consumer culture*, 10(1), 13-36. <https://doi.org/10.1177/1469540509354673>
- Robotics, M. (2020). Cubelets. Recuperado 12 de abril de 2020, de

- <https://www.modrobotics.com/>
- Robotix. (2019). Robotix. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.robotix.es/es/>
- Rostomyan, G., López-Forniés, I., & Asión-Suñer, L. (2021). *Diseño modular para el usuario prosumer*. Universidad de Zaragoza.
- Rumbaugh, J., Jacobson, I., & Booch, G. (2004). *Unified modeling language reference manual, the*. Pearson Higher Education.
- Rusko, R. (2013). The redefined role of consumer as a prosumer: Value co-creation, coopetition, and crowdsourcing of information goods. *Small and Medium Enterprises: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications*, 4, 1980-1992. <https://doi.org/10.4018/978-1-4666-3886-0.ch099>
- Sa'ed, M. S., & Kamrani, A. K. (1999). Macro level product development using design for modularity. *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 15(4), 319-329.
- Samsung. (2021). Centro de descargas. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.samsung.com/es/support/downloadcenter/>
- Sanderson, S., & Uzumeri, M. (1995). Managing product families: The case of the Sony Walkman. *Research policy*, 24(5), 761-782.
- Scheidt, L., & Zong, S. (1994). An approach to achieve reusability of electronic modules. *Proceedings of 1994 IEEE International Symposium on Electronics and The Environment*, 331-336. <https://doi.org/10.1109/ISEE.1994.337237>
- Scratch. (2019). Scratch. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://scratch.mit.edu/>
- SDT. (2021). Service Design Tools. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://servicedesigntools.org/>
- Shah, J., & Hazelrigg, H. (1996). Research opportunities in engineering design. *NSF Strategic Planning Workshop, Final Report*.
- Shamsuzzoha, A. (2010). *Modular Product Development for Mass Customization* (V. Yliopisto, Ed.).
- Shamsuzzoha, A. H. M., & Helo, P. T. (2009). Reconfiguring product development process in auto industries for mass customisation. *International Journal of Productivity and Quality Management*, 4(4), 400-417.
- Shan, Q., & Chen, Y. (2009). Three evaluation method of modular products. *2009 Third International Symposium on Intelligent Information Technology Application*, 3, 91-94. IEEE.
- Shopify. (2021). Helios Touch. Recuperado 18 de enero de 2021, de <https://heliostouch.com/>
- Siddique, Z., Rosen, D. W., & Wang, N. (1998). On the applicability of product variety design concepts to automotive platform commonality. *ASME Design Engineering Technical Conferences-Design Theory and Methodology*. <https://doi.org/10.1115/DETC98/DTM-5661>
- Siiskonen, M., Malmqvist, J., & Folestad, S. (2021). Pharmaceutical Product Modularization as a Mass Customization Strategy to Increase Patient Benefit Cost-Efficiently. *Systems*, 9, 59. <https://doi.org/10.3390/systems9030059>
- Simpson, T. W., Maier, J. R., & Mistree, F. (2001). Product platform design: method and application. *Research in Engineering Design*, 13(1), 2-22. <https://doi.org/10.1007/s001630100002>
- Sinclair, J., & Kalvala, S. (2016). Student engagement in massive open online courses. *International Journal of Learning Technology*, 11(3), 218-237.
- Sinha, K., & Suh, E. S. (2018). Pareto-optimization of complex system architecture for structural complexity and modularity. *Research in Engineering Design*, 29(1), 123-141.
- Sinha, K., Suh, E. S., & de Weck, O. (2018). Integrative Complexity: An Alternative Measure for System Modularity. *Journal of Mechanical Design*, 140(5), 51101.
- Sjöström, S. (1990). The modular system in truck manufacturing. *The SAAB-SCANIA Griffin*, 2-12.
- Smith, R. J. (2009). *The Impact of Modular Design on Product Use and Maintenance*.
- Sonego, M., Echeveste, M. E. S., & Galvan Debarba, H. (2018). The role of modularity in sustainable design: A systematic review. *Journal of Cleaner Production*, 176, 196-209. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.12.106>
- Souza, T., & Sato, L. (2019). Educational Robotics Teaching with Arduino and 3D Print Based on Stem Projects. *2019 Latin American Robotics Symposium (LARS), 2019 Brazilian Symposium on Robotics (SBR) and 2019 Workshop on Robotics in Education (WRE)*, 407-410. <https://doi.org/10.1109/LARS-SBR-WRE48964.2019.00078>
- Spotebi. (2021). Exercise Guide. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.spotebi.com/exercise-guide/>
- Spreadshirt. (2019). Spreadshirt. Recuperado 14 de marzo de 2019, de

- <https://www.spreadshirt.es/>
- Staudenmayer, N., Tripsas, M., & Tucci, C. L. (2005). Interfirm modularity and its implications for product development. *Journal of Product Innovation Management*, 22(4), 303-321.
- Stephan, M., Pfaffmann, E., & Sanchez, R. (2008). Modularity in cooperative product development: the case of the MCC'smart'car. *International Journal of Technology Management*, 42(4), 439-458.
- Stone, R. B., McAdams, D. A., & Kayyalethekkel, V. J. (2004). A product architecture-based conceptual DFA technique. *Design Studies*, 25(3), 301-325.
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2003.09.001>
- Stone, R. B., Wood, K. L., & Crawford, R. H. (2000a). A heuristic method for identifying modules for product architectures. *Design Studies*, 21(1), 5-31. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(99\)00003-4](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(99)00003-4)
- Stone, R. B., Wood, K. L., & Crawford, R. H. (2000b). Using quantitative functional models to develop product architectures. *Design Studies*, 21, 239-260. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(99\)00008-3](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(99)00008-3)
- Stormboard. (2020). Stormboard. Recuperado de <https://stormboard.com/>
- Swidget. (2020). Swidget. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.swidget.com/>
- Tapscott, D., & Williams, A. D. (2008). *Wikinomics: How mass collaboration changes everything*. Penguin.
- Tate, D., Lindholm, D., & Harutunian, V. (1998). Dependencies in axiomatic design. *Journal of Integrated Design and Process Technology*, 3, 159-166.
- TED Conferences. (2021). TED Education. Recuperado 9 de marzo de 2021, de <https://www.youtube.com/user/TEDEducation>
- Thingiverse. (2019). Thingiverse. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.thingiverse.com/>
- Toffler, A. (1980). The Third Wave. En *The Ultimate Business Library*, Wiley. Wiley.
- Tosunoglu, S. (1994). On the integration of fault tolerance and modularity in robots: mechatronics in robot design. *ASME PET DIV PUBL PD, ASME, NEW YORK, NY, (USA)*, 1994, 64(8-2), 281-286.
- Trimble. (2019). SketchUp. Recuperado 24 de octubre de 2019, de <https://www.sketchup.com/es>
- UCK. (2019). Universal Construction Kit.
- Ulrich, K. (1994). Fundamentals of product modularity. *Management of Design*, 219-231.
https://doi.org/10.1007/978-94-011-1390-8_12
- Val Fiel, M. (2016). Prosumer e impresión 3D: La democratización del proceso creativo / Prosumer and 3D printing: democratization of the creative process. *Revista 180. Arquitectura, arte, diseño*, (37), 17-22. [https://doi.org/10.32995/REV180.NUM-37.\(2016\).ART-5](https://doi.org/10.32995/REV180.NUM-37.(2016).ART-5)
- Vectary. (2019). Vectary. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.vectary.com/features/>
- Volkswagen. (2022). Volkswagen Platform. Recuperado 21 de enero de 2022, de https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_Volkswagen_Group_platforms
- Von Hippel, E. (2016). *Free innovation*. MIT press.
- Wacom. (2021). Wacom Intuos: Cómo configurarla. Recuperado 14 de junio de 2021, de <https://www.wacom.com/es-es/getting-started/wacom-intuos>
- Walsh, H. S., Dong, A., & Tumer, I. Y. (2019). An Analysis of Modularity as a Design Rule Using Network Theory. *Journal of Mechanical Design*, 141(3), 31102.
- Walz, G. A. (1980). Design tactics for optimal modularity. *AUTOTESTCON'80*, 281-284.
- Wasley, N. S., Lewis, P. K., Mattson, C. A., & Ottosson, H. J. (2017). Experimenting with concepts from modular product design and multi-objective optimization to benefit people living in poverty. *Development Engineering*, 2, 29-37.
- Wei, W., Fan, W., & Li, Z. (2014). Multi-objective optimization and evaluation method of modular product configuration design scheme. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 75(9), 1527-1536. <https://doi.org/10.1007/s00170-014-6240-6>
- Weyer, S., Schmitt, M., Ohmer, M., & Gorecky, D. (2015). Towards Industry 4.0 - Standardization as the crucial challenge for highly modular, multi-vendor production systems. *IFAC-PapersOnLine*, 48(3), 579-584.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.143>
- Wikipedia. (2021). Project Ara. Recuperado 5 de noviembre de 2021, de

- https://en.wikipedia.org/wiki/Project_Ara
- Williamson, G. (2012). *Wolf Pack: The Story of the U-Boat in World War II*. Bloomsbury Publishing.
- Wired UK. (2010). Shanzai! Recuperado 27 de diciembre de 2019, de <https://www.wired.co.uk/article/shanzai>
- Wixson, J. R., & Cvs, C. M. E. (1999). Function analysis and decomposition using function analysis systems technique. *Proceedings of the International Council on Systems Engineering Annual Conference, INCOSE, June, 6-10*. <https://doi.org/10.1002/j.2334-5837.1999.tb00241.x>
- Xataka. (2017). Swidget, el sistema modular que añade inteligencia a los enchufes de casa. Recuperado 4 de octubre de 2019, de <https://www.xatakahome.com/domotica/swidget-el-sistema-modular-que-quiere-anadir-inteligencia-a-los-enchufes-de-la-casa>
- Xu, Q., & Jiao, J. R. (2009). Design project modularization for product families. *Journal of Mechanical Design*, 131(7), 71007. <https://doi.org/10.1115/1.3149844>
- Yanko Design. (2017). ModuLight. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.yankodesign.com/2017/09/29/the-magic-of-modularity/>
- Yanko Design. (2019a). Modular Speaker. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.yankodesign.com/2019/11/27/this-one-modular-speaker-splits-up-into-five-wireless-speakers-to-deliver-surround-sound/>
- Yanko Design. (2019b). Photography the slow way. Recuperado 14 de marzo de 2019, de <https://www.yankodesign.com/2011/04/22/photography-the-slow-way/>
- Yanko Design. (2020). Modular Instruments. Recuperado 5 de noviembre de 2021, de <https://www.yankodesign.com/2020/11/02/magnetic-modular-instruments-join-together-to-help-kids-produce-their-own-music/>
- Yanko Design. (2021a). Addition by Heewoong Chai. Recuperado 18 de enero de 2021, de <https://www.yankodesign.com/2018/04/04/best-of-modularity/>
- Yanko Design. (2021b). Doolight by Doosan Baek. Recuperado 18 de enero de 2021, de <https://www.yankodesign.com/2018/09/25/meet-doolight-the-modular-smart-chandelier-of-2018/>
- Yanko Design. (2021c). Google PixelBloc. Recuperado 18 de enero de 2021, de <https://www.yankodesign.com/2020/09/18/google-pixelbloc-modular-power-bank-lets-you-stack-up-external-chargers-for-a-bigger-battery/>
- Yanko Design. (2021d). Sustainable Suitcase. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.yankodesign.com/2021/03/27/this-sustainable-suitcase-uses-70-lesser-parts-is-easier-to-assemble-disassemble-than-ikea-furniture/>
- Yanko Design. (2022a). Bladeless Fan. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.yankodesign.com/2019/02/07/you-can-now-3d-print-your-own-iconic-bladeless-fan/>
- Yanko Design. (2022b). DIY Radio Kit. Recuperado 21 de enero de 2022, de <https://www.yankodesign.com/2020/03/26/this-diy-bluetooth-radio-kit-is-perfect-for-those-who-love-to-tinker/>
- You, Z.-H., & Smith, S. (2016). A multi-objective modular design method for creating highly distinct independent modules. *Research in Engineering Design*, 27(2), 179-191. <https://doi.org/10.1007/s00163-016-0213-8>
- Youmo. (2018). Youmo. Recuperado 12 de abril de 2020, de <https://www.kickstarter.com/projects/1300499319/youmo-your-smart-modular-power-strip>
- Zheng, P., Xu, X., Yu, S., & Liu, C. (2017). Personalized product configuration framework in an adaptable open architecture product platform. *Journal of Manufacturing Systems*, 43, 422-435. <https://doi.org/10.1016/j.jmsy.2017.03.010>
- Zheng, P., Yu, S., Wang, Y., Zhong, R. Y., & Xu, X. (2017). User-experience Based Product Development for Mass Personalization: A Case Study. *Procedia CIRP*, 63, 2-7. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.03.122>

Anexos

TESIS DOCTORAL
El diseño modular en la creación
de productos para prosumer





ANEXOS

ANEXO I: GUÍA DE USO DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN

Este anexo presenta una guía de uso que facilita la aplicación del método de evaluación propuesto en esta tesis. Fue utilizada con usuarios externos para realizar una validación donde cada evaluador lo aplicó individualmente. En primer lugar, la guía presenta una serie de términos clave en torno a diseño modular y prosumer. Posteriormente, se explica el funcionamiento del método y, finalmente, se establece una guía de niveles con la definición de cada uno de ellos y ejemplos reales que sirven como referencia para realizar la evaluación.

La presente guía no sólo facilita la comprensión y aplicación del método, sino que también supone un primer acercamiento a usuarios no especializados. Su objetivo principal fue que tanto los diseñadores profesionales como los prosumers y makers fueran capaces de entender el método a aplicar. El contenido de la guía y la forma gráfica de mostrarlo resultaron altamente eficaces para transmitir los conceptos de diseño a los evaluadores. Su uso en esta validación ofrece conclusiones valiosas para la creación de futuras guías de diseño enfocadas a todo tipo de usuarios interesados en diseñar y fabricar sus propios productos.

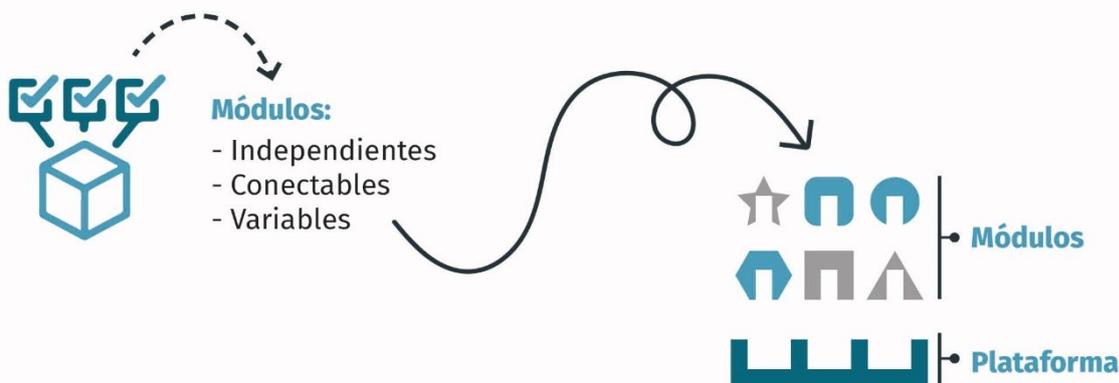


Introducción y objetivos

Prueba y validación de un nuevo método de evaluación de productos

Este ejercicio forma parte del proceso de **prueba y validación** de un método experimental para evaluar productos modulares enfocados en los usuarios prosumer. A través de la **evaluación individual de cinco productos**, se busca valorar y detectar posibles mejoras para este **nuevo método**.

A continuación, se presentan los **términos clave** para comprender y facilitar la aplicación del método: **diseño modular** y **prosumer**. Posteriormente, se explica el funcionamiento del método.



Un diseño modular puede tener o no una **plataforma de producto**, es decir, un módulo que actúa como núcleo donde se conectan los demás.

Diseño modular

Diseño basado en módulos para la variedad del producto

El diseño modular es el **diseño basado en módulos** para lograr la variedad del producto. Estos módulos deben cumplir con **tres características** al mismo tiempo: ser **independientes** física y funcionalmente, **conectables** mediante uniones estandarizadas; y **variables**, es decir, diferentes entre ellos.

No se debe **confundir diseño modular** con otros términos similares como **diseño de módulos** o **diseño paramétrico**. En estos casos, los módulos no cumplen con todas las características definidas. En el diseño de módulos todos **los módulos son iguales**, por lo que no existe la variedad de producto. En cuanto al diseño paramétrico, los módulos además no pueden **funcionar de forma independiente**.



DISEÑO MODULAR

- ≠ Diseño de módulos
- ≠ Diseño paramétrico





Usuario prosumer

Usuario final que interviene sobre el producto que consume

El término prosumer viene de la unión de **productor y consumidor**. Se trata de los usuarios que participan en el proceso de **diseño, fabricación o montaje de sus propios productos**. Entendemos como prosumer ideal aquellos usuarios que buscan **crear la mayor parte del producto** ellos mismos, evitando así comprarlo a un tercero.

Si ponemos foco en el diseño modular, vemos que el prosumer podría **adaptar, personalizar y actualizar** su propio producto mediante el intercambio de módulos. Además, el usuario puede **diseñar, fabricar o montar módulos** por medios propios para cubrir necesidades específicas tanto **antes de adquirir el producto como durante su consumo**.



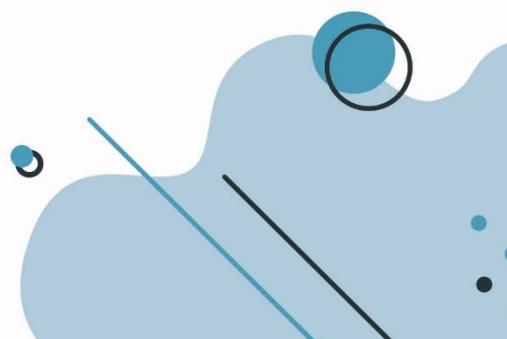
Método de evaluación

Método de evaluación de productos modulares para el prosumer

En caso de considerar que el producto se encuentra **entre dos niveles**, se pueden **seleccionar ambos** para indicarlo. No obstante, no se pueden seleccionar más de dos niveles.

La evaluación de los cinco productos se presenta como un **formulario** donde aparecen un total de **nueve características a valorar** por cada producto: tres de diseño modular, tres de prosumer y tres comunes entre ambos. Se realiza una **evaluación por niveles**, donde cada característica es una pregunta y cada nivel una respuesta.

Entre los cinco niveles posibles, del 0 al 4, debes **elegir la respuesta que más se adapte a cada producto** (sólo una, aunque en caso de duda puedes seleccionar dos). A continuación, se presenta una guía del método con **ejemplos de cada nivel** de evaluación para facilitar su aplicación.



Guía de niveles

Definición y ejemplos reales

La siguiente guía ofrece una definición de cada **característica** y **niveles**. En caso de duda, los **ejemplos** mostrados pueden servir de referencia para realizar la evaluación.

■ DISEÑO MODULAR

INDEPENDIENTE

¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



Módulo y producto tienen la capacidad de funcionar por sí mismos aún estando separados.



El módulo puede funcionar individualmente o en otro producto análogo, pero el producto funciona de forma reducida o incompleta.



Módulo y producto siguen funcionando por separado pero con funcionalidad reducida o incompleta.



El módulo puede seguir funcionando en otro producto de forma reducida, pero el producto no funciona sin el módulo.



Módulo y producto están altamente integrados y no pueden seguir funcionando al separarse.

CONECTABLE

¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?



La conexión es estándar y universal, por lo que pueden conectarse incluso módulos externos de otros productos o fabricantes.



La conexión es compatible entre una misma familia de productos y con productos análogos, pero no es universal.



Es necesario un adaptador o pieza compatible entre el producto y el módulo para que puedan conectarse entre ellos.



El módulo necesita una conexión compatible para conectarse al producto, pero no puede conectarse a otros productos análogos.



Ni el producto permite la conexión de otros módulos, ni el módulo puede conectarse a otros productos.

VARIABLE

¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?



El producto permite incluir o cambiar módulos externos universales para conseguir familias o variantes.



El producto solo permite incluir o cambiar módulos propios para conseguir familias o variantes de producto.



Se puede incluir o cambiar algún módulo, pero el producto está limitado a algunas funcionalidades y no puede generar familias.



Se puede cambiar pero no incluir nuevos módulos, el producto está limitado a algunas funcionalidades y no puede generar familias.



El producto no permite incluir ni cambiar módulos, es invariable.

■ DISEÑO MODULAR + PROSUMER

ADAPTABLE

¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?



El producto integra varias funciones, puede configurarse para hacer otras distintas e incrementar su funcionalidad con cambios reversibles.



El producto se puede configurar de forma reversible para hacer distintas funciones pero no puede incrementar su funcionalidad con módulos extra.



El producto tiene una función principal única que varía al cambiar un módulo específico de forma reversible.



El producto tiene una función principal única que varía al cambiar un módulo específico, pero el cambio es permanente e irreversible.



El producto solo puede hacer una función, no admite ningún cambio.

PERSONALIZABLE

¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?



El usuario puede personalizar la funcionalidad, prestaciones y aspectos estéticos del producto combinando o añadiendo nuevos módulos.



Se puede personalizar la funcionalidad, prestaciones y estética del producto mediante módulos predefinidos, sin poder añadir nuevos.



Solo se puede personalizar la funcionalidad o prestaciones específicas mediante algún módulo estándar.



El producto solo admite personalización estética.



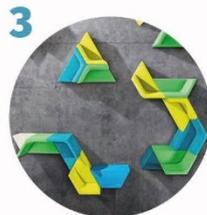
El producto no es personalizable de ninguna manera.

ACTUALIZABLE

¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?



Se puede actualizar y rediseñar por completo: módulos, estructura del producto y diseño final.



El producto solo puede actualizarse (tanto módulos como estructura) o rediseñarse (nuevo diseño de módulos), pero no ambas a la vez.



Sólo se actualiza funcionalmente mediante el cambio de la estructura o de algunos módulos.



Sólo se actualiza física o estéticamente, sin mejoras funcionales.



El producto no se puede actualizar porque no admite cambios.

■ PROSUMER

MÓDULOS PROPIOS

¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?



El usuario diseña y fabrica todo el producto a excepción de elementos estándar que no puede fabricar, como material eléctrico o tornillería, etc.



El usuario diseña y fabrica algunos módulos que puede hacer por su cuenta, aquellos que no sabe hacer los compra.



Sólo se diseña y fabrica un módulo concreto que es característico, exclusivo y hace que el producto se diferencie de otros.



El usuario diseña y fabrica un módulo, pero sólo de carácter estético.



El usuario no diseña ni fabrica ningún módulo, solo los elige de una lista.

NIVEL DE PARTICIPACIÓN

¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?



El usuario participa en las fases de diseño, fabricación, montaje, personalización y actualización del producto.



El usuario participa en las fases de diseño, fabricación y montaje, pero no en la actualización del producto.



El usuario participa en una única fase: diseño o fabricación.



El usuario solo puede personalizar el producto.



El usuario solo hace un mero montaje de componentes.

MOMENTO DE INTERVENCIÓN

¿La intervención puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?



Existe intervención antes, durante y después de consumir el producto.



La intervención se produce antes y durante el consumo el producto.



El usuario interviene únicamente durante el consumo del producto.



El usuario solo interviene antes de adquirir el producto.



No se interviene en ningún momento sobre el producto.

ANEXO II: APLICACIÓN DEL MÉTODO

Sesión creativa con makers y diseñadores

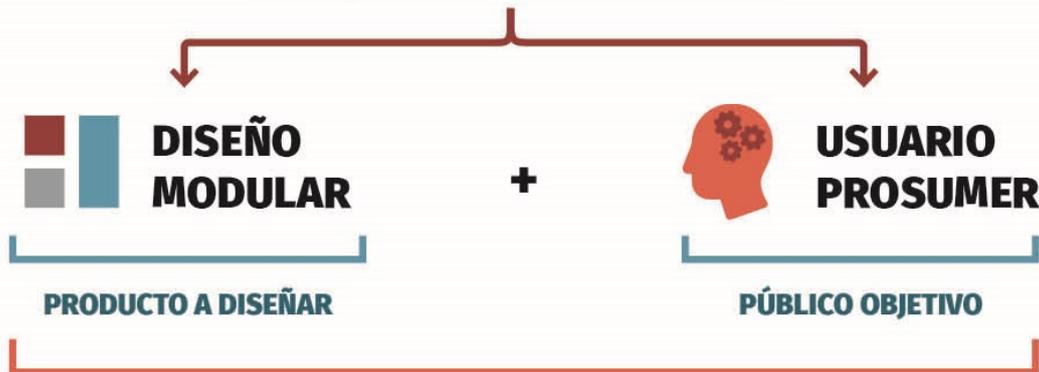
Este apartado recopila los resultados obtenidos en las sesiones creativas realizadas con makers y diseñadores. Dichos resultados fueron valorados y desarrollados posteriormente en el Trabajo Fin de Estudios “Diseño modular para el usuario prosumer” realizado por Gevorg Rostomyan en la Universidad de Zaragoza. El objetivo fue poner a prueba el método presentado en esta investigación para diseñar productos modulares centrados en los usuarios prosumer.

Se realizaron dos talleres con diferentes participantes. El primero fue el 14 de abril de 2021 y el segundo el 21 de abril de 2021, ambos de dos horas de duración. El formato fue online y se llevó a cabo paralelamente con la herramienta *Google Meet* y la plataforma de trabajo colaborativo *Miro*. En ambos talleres se formaron tres grupos de cuatro personas que fueron coordinados por un coordinador del taller en todo momento. Los conceptos clave y el producto a diseñar se presentaron al comienzo de cada taller. Esta presentación se incluye en las primeras páginas del informe. Finalmente, los resultados fueron evaluados por los participantes.

El objetivo fue aplicar el diseño modular en el ámbito prosumer/maker durante la fase de conceptualización de un producto concreto. Como resultado, los participantes aprendieron un método para diseñar productos modulares para el prosumer, conocieron la herramienta de trabajo *Miro* y adquirieron conocimientos sobre nuevos conceptos de diseño y métodos de evaluación.

El desarrollo de estos talleres, así como los resultados y conclusiones obtenidos en ellos, no podría haberse llevado a cabo sin todas las personas que participaron de forma desinteresada para prestar su ayuda y colaboración en ellos. En este aspecto agradecemos a cada participante, tanto diseñadores como makers, el tiempo dedicado en el taller. Gracias a su interés e iniciativa fue posible la realización de un segundo taller con el que obtuvimos una mayor muestra de conceptos. Todos los resultados obtenidos fueron de gran ayuda en el desarrollo de esta investigación.

OBJETIVO DEL TALLER



FASE CONCEPTUAL DE DISEÑO

Diseñar un producto basado en diseño modular con módulos que se pueden construir o fabricar por medios propios para cubrir necesidades específicas tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo

¿QUÉ ES EL DISEÑO MODULAR?

Diseño basado en módulos para la variedad del producto



¿CÓMO DEBEN SER LOS MÓDULOS?

- Independientes
- Conectables
- Variables



NO CONFUNDIR CON...

✓ **DISEÑO MODULAR**
Independiente, conectable y variable



✗ **DISEÑO DE MÓDULOS**
Independiente y conectable (variable)



✗ **DISEÑO PARAMÉTRICO**
Conectable (independiente, variable)



PLATAFORMA DE PRODUCTO

Módulo “duro” sobre el que se apoyan los demás

CON PLATAFORMA



SIN PLATAFORMA



¿QUIÉN ES EL PROSUMER?

Usuario final que interviene sobre el producto que consume



PRODUCTOR
+
CONSUMIDOR

- Diseño
- Fabricación
- Montaje



PROSUMER IDEAL

Mín. %
Comprado a
un tercero

Máx. %
Hecho por
sí mismo



PROSUMER + DISEÑO MODULAR



- Personalizar
- Adaptar
- Transformar / Configurar
- Evolucionar / Actualizar



Antes de la compra



En el ciclo de vida útil

Ejemplos de materiales

- Ruedas
- Perfiles y tubos
- Tela
- Láminas de plástico
- Otros (adhesivo, elementos de unión, piezas estándar)

Ejemplos de métodos de fabricación

- Impresión 3D
- Corte láser
- Mecanizado CNC
- Soldaduras
- Fresa, torno

¿CUÁL FUE EL PRODUCTO A DISEÑAR?

Carro portátil multifunción para cubrir necesidades personales



¿QUÉ FUNCIONES DEBÍA CUMPLIR?

- **Transformable:** puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto
- **Adaptable:** puede cambiar su configuración para hacer otra función distinta

- **Personalizable:** puede crear módulos o componentes a su gusto o necesidad
- **Actualizable:** posibilidad de actualización por cambiar módulos en el futuro



Antes de la compra



En el ciclo de vida útil

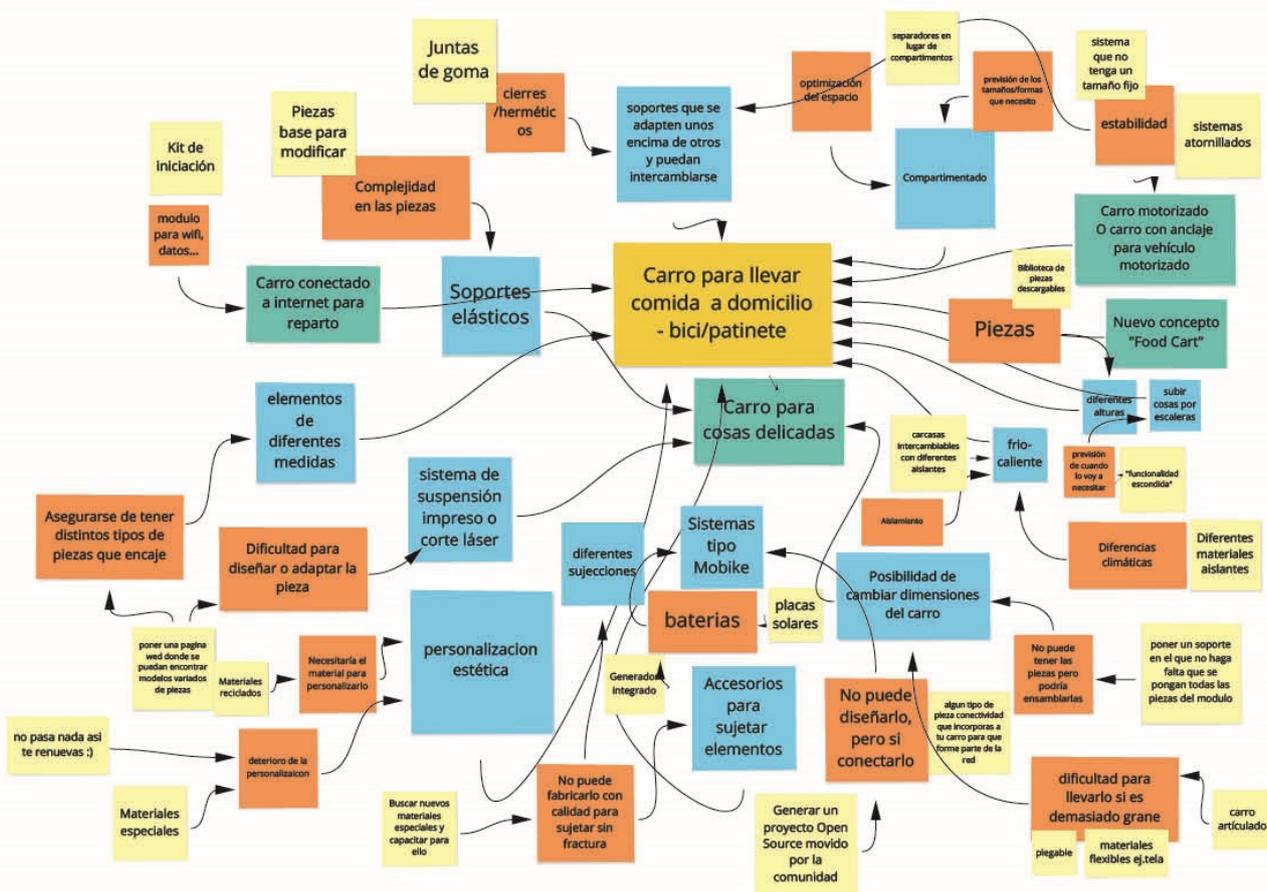
PROGRAMACIÓN

Se realizaron dos talleres el 14 y el 21 de abril de 2021, ambos de 18:00h a 20:00h en formato online a través de *Google Meet* y *Miro*. La programación para ambos fue la siguiente:

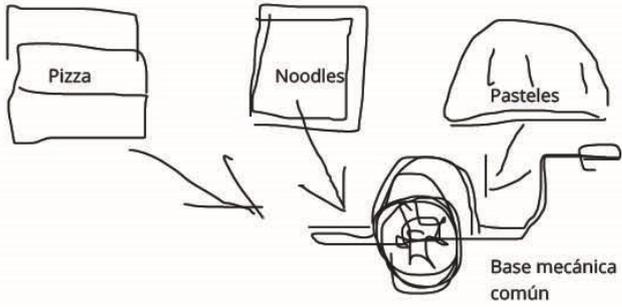
- **18:00h. Presentación del taller:** definición de términos clave y objetivos a conseguir
- **18:10h. Brainswarming 1:** reflexión sobre nuevas aplicaciones e ideación
- **18:35h. Brainswarming 2:** definición de limitaciones y soluciones para resolverlas
- **19:00h. Conceptualización:** cada participante define un concepto diferente
- **19:20h. Evaluación:** todos los participantes presentan sus conceptos y los evalúan conjuntamente para ofrecer mejoras y comprobar si cumplen los objetivos marcados
- **19:50h. Fin del taller:** cierre y comentarios

BRAINSWARMING 2

LIMITACIONES Y SOLUCIONES



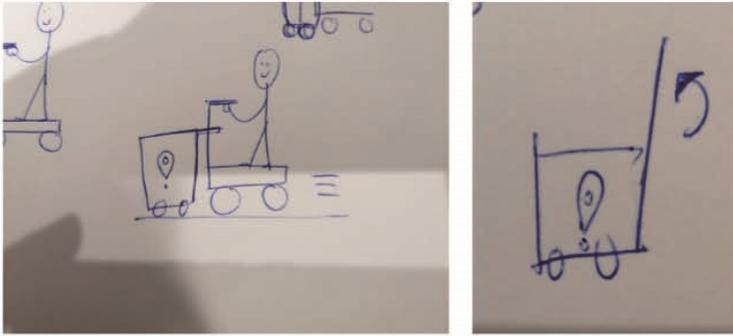
CONCEPTO 1

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
Carro personalizado para cada tipo de restaurante y tipología formal de comida. Al contrario que las bolsas tipo Glovo, que son iguales para todos los usos, se trata de un carro adaptado a usos concretos. Que puede ser diseñado por el comprador. El usuario podría ser un restaurante (carro propio) o grupo de riders (uso compartido). Piezas que se fabrican: Accesorios, sujeciones, soportes. Piezas que se compran: Estructura mecánica básica con ruedas, enganche y plataforma	Seguro y protegido Da igual una pizza que un helado Aspectos legales es limitante pero me da una homologación
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
Se trata de un único modelo de carro que cada usuario construye y configura para sus necesidades concretas. Una base común con los elementos críticos (estructura, ruedas, enganche,...) comerciales y certificados. Con posibilidad de sustitución. Sobre la plataforma el cliente construye su "Caja" de transporte adaptada al producto a transportar. En este caso centrado en comida para llevar	Guiar al usuario en el diseño y necesidades construcción lo más sencilla posible problemas de espacio robo y vandalismo
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	Biblioteca de piezas Materiales base para modificar
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	Diseño no final nunca Modificable

EVALUACIÓN CONCEPTO 1

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●●	

CONCEPTO 2

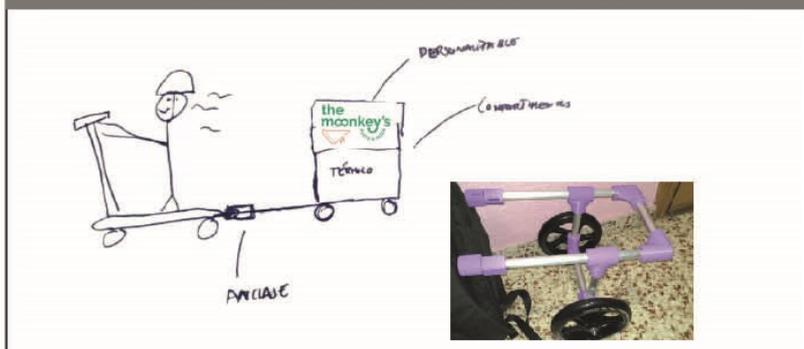
DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS Gracias a este carro podrían transportar más cantidad de pedido asegurando la calidad de la comida por todo tipo de zonas de la ciudad. Estabilidad. Poder desenganchar, zona peatonal.
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER Los conocimientos de la persona que lo va a desarrollar. Construcción y mantenimiento de los compartimentos flexibles. Calidad de la personalización estética - coord con la empresa. que vaya delante
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER Compartimentos frío/caliente Compartimentos ajustados a lo que le va bien. Personalización estética Anclaje a su vehículo concreto
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR La parte interior la posibilidad de adaptarlo a varios
Es un carro para riders. Este tipo de usuario suele transportar grandes mochilas a lo largo de la ciudad para realizar la entrega de pedidos. Problemas/necesidades: peso y capacidad de la mochila, tiempo de reparto puede influir en la calidad de la comida, circulación en bicicleta o patinete por algunas zonas, subir escaleras para realizar las entregas. Piezas que se fabrican: compartimentos, personalización, conexiones. Piezas que se compran: ruedas, materiales brutos, ferretería	
Mayor capacidad. Entrar a la tienda o acceso a zonas complicadas. Se puede personalizar para seguir la identidad de la empresa. Piezas fácilmente reemplazables si se estropean.	
	

EVALUACIÓN CONCEPTO 2

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?		
os Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?		
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?		
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?		
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?		
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?		
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?		
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?		
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?		
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?		

CONCEPTO 3

DEFINICIÓN	<p>PROS. ASPECTOS POSITIVOS</p> <p>Un sistema que mejora las prestaciones de un buen rider: mejora la batería y por lo tanto la duración de sus repartos, mejora el estado final del producto tanto en temperatura como en estado y además permite adaptarse a su reparto. Pack powerbank que compra el rider</p>
NOVEDAD	<p>CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER</p> <p>Dificultad de etapas avanzadas mecánicas y electrónicas avanzadas como el sistema antivibración o sistema refrigerado.</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	<p>CARACTERÍSTICAS PROSUMER</p> <p>Posibilidad de reducir costes fabricando su propio sistema adaptado a su vehículo. Reducción de costes asociado a la fabricación a medida para cada usuario. Personalización con luces y sonidos en caso de que tenga mucho espíritu maker.</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	<p>CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR</p> <p>Sistema modular de conexión a vehículos de distintos tipos. Adaptabilidad al tipo de servicio que preste el rider, con distintos compartimentos y funcionalidades (temperatura, espacio, dimensiones...)</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	



EVALUACIÓN CONCEPTO 3

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●	

CONCEPTO 4

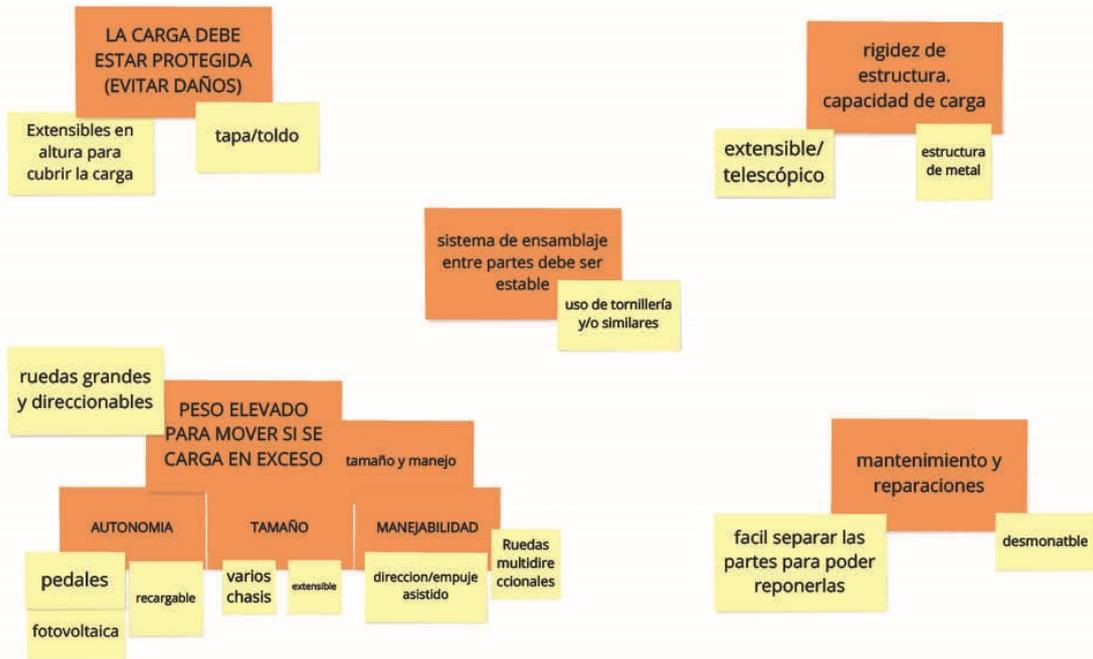
DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>El concepto en si es la adaptación de un carro de comida para que sea mas eficiente</p> <p>Piezas que se fabrican: Los compartimentos de este mismo, la decoración la estructura</p> <p>Piezas que se compran: Los ensamblajes y los accesorios tipo placas solares y cubiertas</p>	<p>La propiedad de cambio de sus compartimentos, volviéndolo un producto versátil y la facilidad de fabricación de sus piezas encontrándolas en la web. Conectarlo con el grupo maker o con el fabricante, cada uno se los adapta y se los edita</p>
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
<p>Es un producto novedoso debido a que puedes adaptarlo para los distintos repartos que te propongas, desde llevar pizzas, bocadillos e incluso helados dependiendo de la temporada del año, además de poder alimentarlo con energía solar.</p>	<p>Que no todo el mundo disponga de una impresora 3d, y se olviden de que en el maker space nos la prestan.</p> <p>Necesidad de comprar la base.</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	<p>Que sus módulos siempre son diferentes en cada carro. Que el espacio se reparte de la manera que mas nos convenga.</p>
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	<p>Características funcionales como la adaptación a cada usuario de la manera mas optima, estable, protege mejor los alimentos frente a los golpes.</p>

EVALUACIÓN CONCEPTO 4

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?		
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?		
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?		
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?		
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?		
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?		
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?		
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?		
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?		
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?		

BRAINSWARMING 2

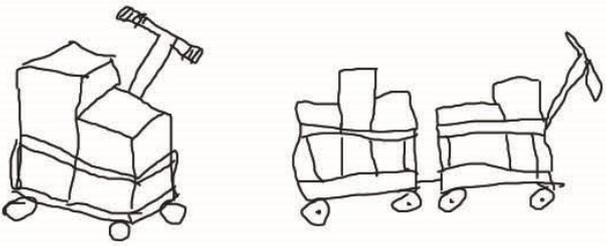
LIMITACIONES Y SOLUCIONES



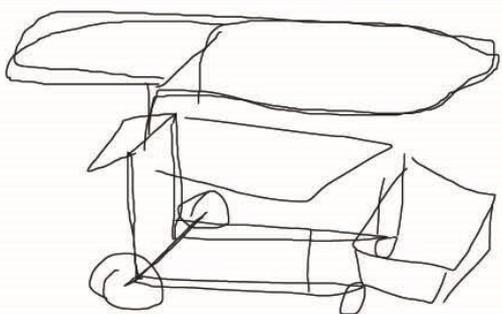
CONCEPTO 1

<p>DEFINICIÓN</p> <p>Plataforma con ruedas sobre la que se acoplan diferentes módulos según necesidades. los módulos pueden ser usados de forma independiente, pueden ser cubos contenedores cajones, contenedores flexibles (lona, tela).</p> <p>Piezas que se fabrican: todo excepto las ruedas y tornillería Piezas que se compran: ruedas, tornillería, elementos de unión</p>	<p>PROS. ASPECTOS POSITIVOS</p> <p>Plegable, organización del espacio, doble uso (casa, vaciar residuos), diferentes tamaños, los diferentes material que se pueden usar.</p>
<p>NOVEDAD</p> <p>Producto totalmente adaptable en dimensiones y uso de diferentes materiales.</p>	<p>CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER</p> <p>Seguridad, estabilidad (necesidad de apoyo)</p>
<p>REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p>	<p>CARACTERÍSTICAS PROSUMER</p> <p>Intervención del usuario en la fabricación de la mayoría de los elementos del carro</p>
	<p>CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR</p> <p>Variedad de los recipientes, ruedas...</p>

CONCEPTO 2

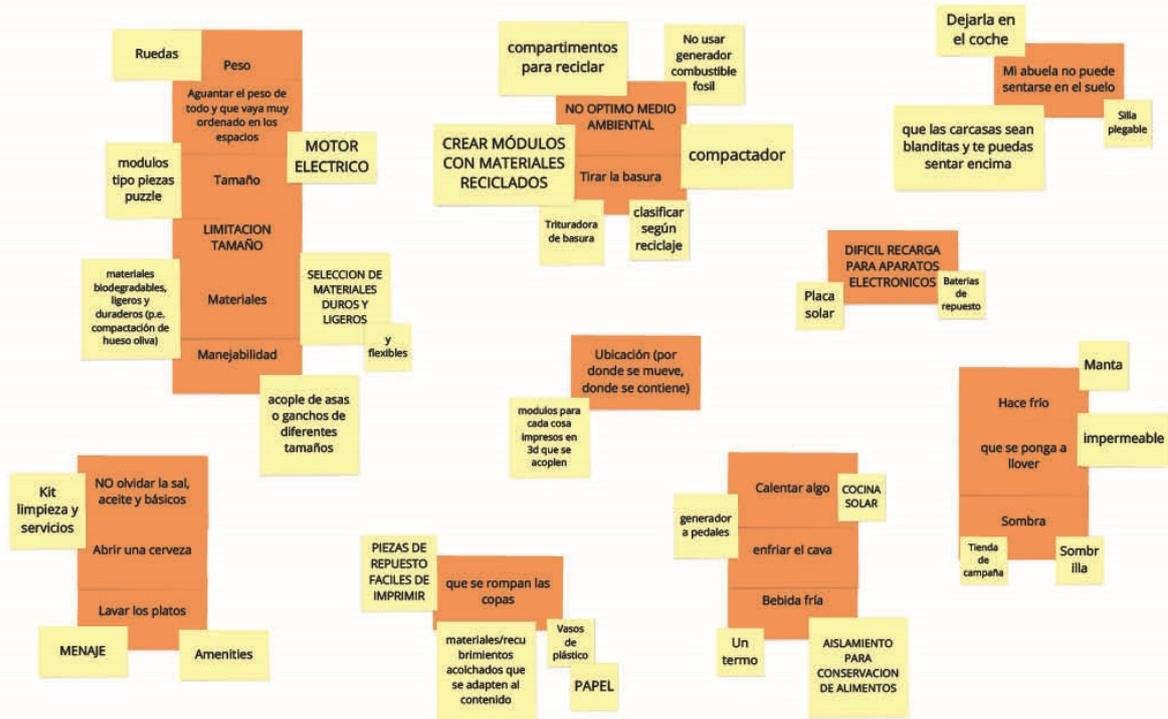
DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Plataforma portátil para reciclado y/o recogida de residuos. Dispone de una estructura rígida que actúa de base sobre la que se colocan y ubican compartimentos de diferentes tamaños.</p> <p>Piezas que se fabrican: estructura, compartimentos, uniones Piezas que se compran: ruedas, manillar</p>	<p>Versatilidad, aspectos del anterior concepto, diferentes tamaños, alturas</p>
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
<p>Adaptabilidad del producto según las necesidades de cada usuario / circunstancia</p>	<p>Compactación de los elementos</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	<p>Fabricación recipientes, personalización</p>
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	<p>Ruedas, cajas</p>

CONCEPTO 3

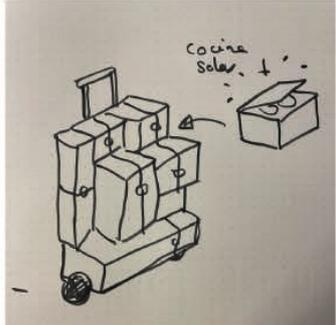
DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Vehículo de tracción animal asistida para recogida selectiva de residuos en la vía pública.</p> <p>Piezas que se fabrican: Perfiles estructurales, acoples entre extensiones, cubierta intemperie, acondicionamiento eléctrico, ergonomía. Piezas que se compran: Acoples estructurales, mecánica, motorización, componentes eléctricos</p>	<p>Reutilización de materiales, manejabilidad</p>
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
<p>Es novedoso un montaje enfocado al autoempleo en la recogida selectiva en entornos urbanos.</p>	<p>Producto más técnico, con más mecanismos</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	<p>Intervención del usuario</p>
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	<p>Las piezas</p>

BRAINSWARMING 2

LIMITACIONES Y SOLUCIONES



CONCEPTO 1

<p>DEFINICIÓN</p> <p>Breve explicación del concepto: Función comer, familia, no olvidar lo necesario, bosque, etc. Piezas que se fabrican: Cajas unidas entre ellas, que cada una lleve una placa solar y que se superponen sobre un eje principal que son las ruedas de transporte. Piezas que se compran: Placas solares de diferentes tamaños.</p>	<p>PROS. ASPECTOS POSITIVOS</p> <ul style="list-style-type: none"> Elegir el sitio que más te guste Compartir con la familia Bañarse desnudo Comer en medio de la naturaleza Escuchar el ruido del agua
<p>NOVEDAD</p> <p>Ser autónomo en un entorno con pocos recursos o posibilidades de hacer la compra. No llevar un montón de bolsas sino que todo pueda acomodarse en el interior, poder trasladarlo a una zona dónde el coche no puede llegar, calentar y enfriar.</p>	<p>CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER</p> <ul style="list-style-type: none"> Calentar y enfriar cosas Protegerse del frío y el calor Poder defenderse del ataque de un oso Poder volver a meter todo en su sitio sin que ocupe más. Se convierte en tienda, mochitienda. No dejar basura
<p>REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p> 	<p>CARACTERÍSTICAS PROSUMER</p> <ul style="list-style-type: none"> Poder estar conectado con el mundo No contaminar Pasear al perro Hacer compartimentos dónde tener todo ordenado. Customización camuflaje <p>CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR</p> <ul style="list-style-type: none"> Cajas plegables para ocupar menos a la vuelta, cajas solares Satélites con accesorios tipo navaja suiza. Unido por cuerdas, partes que se rehacen cosiendo bolsillos, velcro

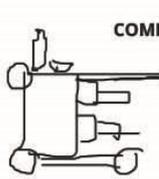
CONCEPTO 2

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Maleta de picnic compuesta a base de módulos en los que el usuario parte de unas medidas estándar y que encajan entre ellos. A esta se le pueden acoplar ruedas o asas según el tamaño de la misma</p> <p>Piezas que se fabrican: Carcasa exterior de los módulos por impresión 3d. Asas mediante costura de textil. módulos de carga o con componentes electrónicos con arduino y soldadura de estaño.</p> <p>Piezas que se compran: Filamento de impresión, telas, cables, ruedas, tornillería básica</p>	<p>Volumen adaptable, ayuda de la comunidad, personalización, ampliar/reducir, adaptar al entorno o al uso</p>
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
<p>Diseño abierto que permita a la comunidad subir a la red diseños de módulos específicos para que otros usuarios puedan fabricarlos. posibilidad de tener en casa muchos módulos distintos y llevarse a la excursión únicamente los necesarios con el mínimo espacio. módulos diseñados para un producto en concreto que faciliten su uso (módulo calentador, módulo de cosas frágiles, módulo de líquidos)</p>	<p>Dificultad técnica, módulo primigenio, definir conexión entre ellos</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	<p>Hacer sus propios módulos, personalizarlos, impresión 3D (ruedas), electrónica (arduino), asas (textil)</p>
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	<p>Separables (modo tupper), varios tamaños, acabados y materiales</p>

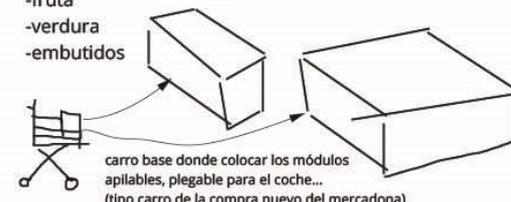
EVALUACIÓN CONCEPTO 2

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	● ● ● ● ●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	● ● ● ● ●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	● ● ● ● ●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	● ● ● ● ●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	● ● ● ● ●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	● ● ● ● ●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	● ● ● ● ●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	● ● ● ● ●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	● ● ● ● ●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	● ● ● ● ●	

CONCEPTO 3

<p style="text-align: center;">DEFINICIÓN</p> <p>Carro de comida para excursiones y viajes transportable mochila con extensiones modulares para la extensión de una estación de descanso. Piezas que se fabrican: Distribución de compartimentos personalizada. Menaje. Piezas que se compran: Motor eléctrico para ayuda en el transporte. Ruedas.</p>	<p style="text-align: center;">PROS. ASPECTOS POSITIVOS</p> <p>Adaptación personalizada del consumidor, "cocina portátil"</p>
<p style="text-align: center;">NOVEDAD</p> <p>Adaptación de una estructura base para transporte de comida como una mochila que puede ser útil para reparto o excursiones. Sistema común eléctrico para el transporte y cocina. Estructura intercambiable sobre la base para personalización del modelo de compartimentación o en función del objetivo de uso. Impresión 3D para piezas intercambiables o de fácil rotura.</p>	<p style="text-align: center;">CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER</p> <p>Pesado para grandes travesías</p>
<p style="text-align: center;">REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p>	<p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS PROSUMER</p> <p>Fabricación de piezas personalizables o estructuras plegables</p>
<p style="text-align: center;">REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;">  <p>FORMATO MOCHILA</p> <p>MOTOR</p> <ul style="list-style-type: none"> • RUEDAS • COCINA </div> <div style="text-align: center;">  <p>COMPARTIMENTOS</p> <p>MESA PLEGABLE</p> </div> </div>	<p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR</p> <p>Diseño de piezas que permitan distintas utilidades combinadas entre si. Conexión a motor eléctrico. Combinar con electrónica.</p>

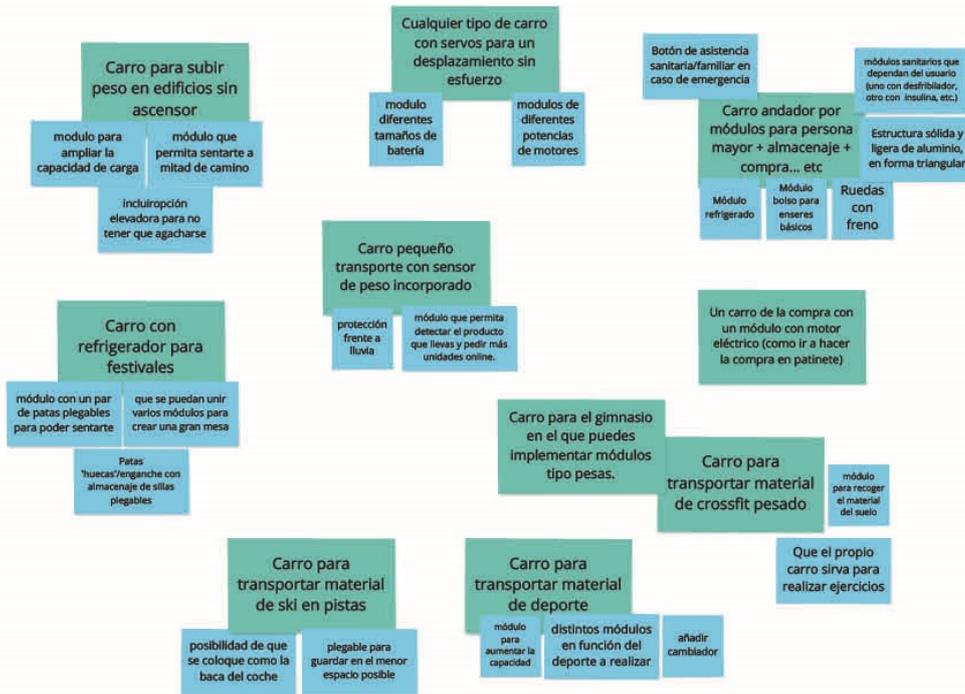
CONCEPTO 4

<p style="text-align: center;">DEFINICIÓN</p> <p>TAKE AWAY - "Directo desde / a su sitio": Transportar los alimentos, ya sea hasta o desde su lugar habitual en el domicilio. Su usuario sería cualquier persona adulta que se ocupe de estas tareas. Ejemplo de uso concreto: tras realizar la compra, ubicarlos en los módulos que se dispongan de forma que al llegar a casa, únicamente se muevan los módulos, reduciéndose así el tiempo empleado en estas tareas de uso cotidiano, mejorando la conservación de los alimentos en el trayecto, optimizando el espacio de almacenamiento. Piezas que se fabrican: piezas que conforman los módulos, intercambiables para así adaptarse a las diferentes ubicaciones según se necesite. Piezas que se compran: bolsa que recoja y transporte éstos módulos.</p>	<p style="text-align: center;">PROS. ASPECTOS POSITIVOS</p> <p>Meterlo en la nevera, despensa, poder utilizarlo en otros entornos (trabajo, picnic, compra, etc.), reduce tiempo de recogida</p>
<p style="text-align: center;">NOVEDAD</p> <p>Actualmente, no existe este producto en el mercado, lo más similar serían las bolsas reutilizables, las bolsas propias de las frutas y verduras, tupper para la conservación una vez en el domicilio.</p>	<p style="text-align: center;">CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER</p> <p>Tamaño de los módulos, que se puedan plegar, ¿se conectarán entre ellos? ¿cómo será la conexión?</p>
<p style="text-align: center;">REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p>	<p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS PROSUMER</p> <p>Montaje de su cesta de la compra apilando los módulos que va a utilizar, puede construir sus propios cajones</p>
<p style="text-align: center;">REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p> <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 45%;"> <p>módulos más pequeños para nevera, a utilizar con o sin tapa:</p> <ul style="list-style-type: none"> -fruta -verdura -embutidos </div> <div style="width: 45%;"> <p>módulos más anchos y planos para despensa, que sean apilables y se abran deslizando la parte frontal, como un cajón</p> </div> </div> <div style="text-align: center; margin-top: 10px;">  <p>carro base donde colocar los módulos apilables, plegable para el coche... (tipo carro de la compra nuevo del mercadona)</p> </div> <div style="margin-top: 10px;"> <p>que los materiales controlen la humedad y temperatura de forma estable, estancos cuando sean necesarios</p> <p>módulos para encimera: -pan</p> </div>	<p style="text-align: center;">CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR</p> <p>Cajones separables que se apilan, de distintos tamaños y materiales para cumplir diferentes funciones</p>

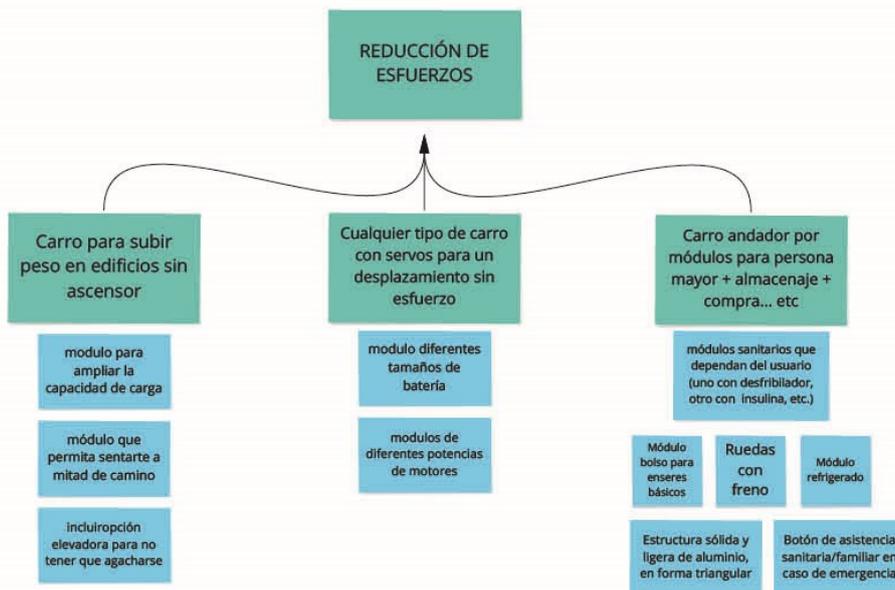
21/04/2021 - GRUPO 1

DINAMIZADOR: Ignacio PARTICIPANTES: José Manuel, Teresa, Pablo y Julia

BRAINSWARMING 1 APLICACIONES



APLICACIÓN SELECCIONADA

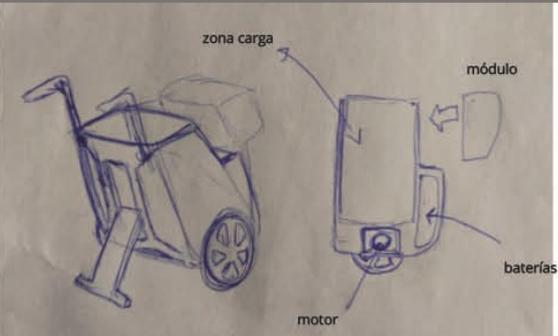


BRAINSWARMING 2

LIMITACIONES Y SOLUCIONES



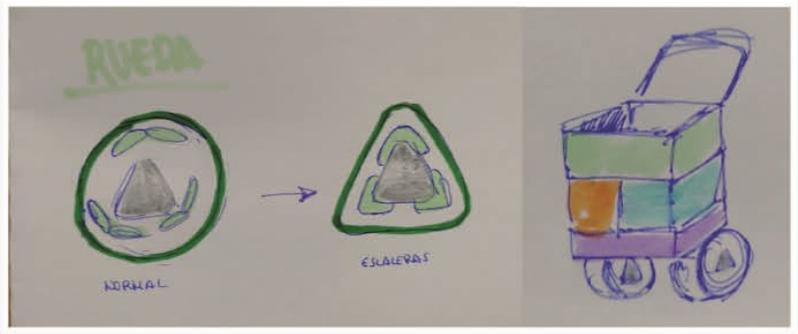
CONCEPTO 1

<p><small>Carro andador por módulos para persona mayor + almacenaje + compra... etc</small></p>	DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Carro andador que facilita la carga y descarga de los productos al que se le pueden añadir módulos de primeros auxilios según las enfermedades o riesgos físicos del usuario. Usuario potencial: personas de edad avanzada o con problemas de movilidad. Uso: Evitar el esfuerzo del usuario en carga, descarga y transporte. Piezas que se fabrican: Chasis, elementos móviles, módulos y sus anclajes Piezas que se compran: Motores eléctricos, baterías.</p>		<p>La pata de dar estabilidad puede dar la opción de abatir y poner en horizontal</p>
NOVEDAD	<p>Lo más representativo es la facilidad para manipular y transportar los productos gracias a su ergonomía y asistencia eléctrica. También a la posibilidad de añadir funcionalidades muy útiles para el usuario objetivo.</p>	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.		CARACTERÍSTICAS PROSUMER
CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR		CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR

EVALUACIÓN CONCEPTO 1

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●●	

CONCEPTO 2

Carro para subir peso en edificios sin ascensor	DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
Carro para subir la compra en edificios que no tienen ascensor, usuario potencial: cualquier persona que viva en un edificio con estas características, uso concreto: subir la compra, entorno de aplicación: alquiler del carro en el propio supermercado. Piezas que se fabrican: estructura de aluminio, anclajes, tela. Piezas que se compran: baterías, motores, ruedas oruga	NOVEDAD	Rueda oruga, plegable para ocupar menos espacio, los módulos van sujetos al chasis
Los carros de la compra presentes en el mercado no llevan motor, no están pensados para subir escaleras, con módulos apilables y plegables para evitar que se estropeen ciertos alimentos.	REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
	CARACTERÍSTICAS PROSUMER	Problemas de estabilidad
		CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
		Algunos módulos fabricables por el consumidor y poder personalizarlo

EVALUACIÓN CONCEPTO 2

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●●	

CONCEPTO 3

Cualquier tipo de carro con servos para un desplazamiento sin esfuerzo

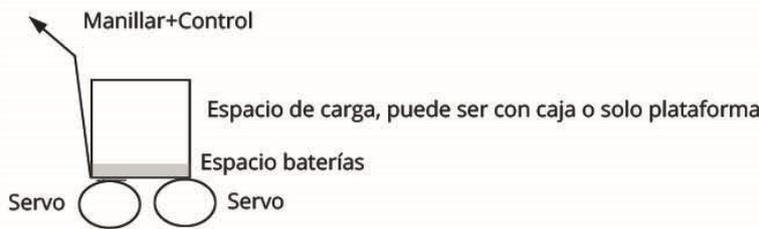
DEFINICIÓN

Función: Desplazamiento sin esfuerzo de cargas. **Usuario potencial:** Cualquier tipo de usuario menos los niños. **Uso concreto:** Transportar cargas de un punto a otro. **Entorno de aplicación:** Calle, almacén, supermercado de productos a granel, centros deportivos.
Piezas que se fabrican: Chasis y espacio de carga. Materiales como tubo cuadrado de aluminio/acero. Paneles de madera/plástico/metal según necesidad de resistencia. **Piezas que se compran:** Motores, baterías, electrónica de control, cargador baterías, ruedas, cables, tornillería.

NOVEDAD

Posibilidad de desplazar peso sobre superficie lisa o ligeramente irregular. Al estar motorizado, el esfuerzo para mover el carro o salvar pequeños obstáculos como un bordillo, es muy reducido. Control del carro muy sencillo, posibilidad de asistente a desplazamiento de forma autónoma o mediante selección de niveles. De forma que los servos ayuden mas o menos al usuario en el desplazamiento.

REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.



PROS. ASPECTOS POSITIVOS

Carro de asistencia, por ejemplo en instalaciones deportivas para trasladar el material

CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER

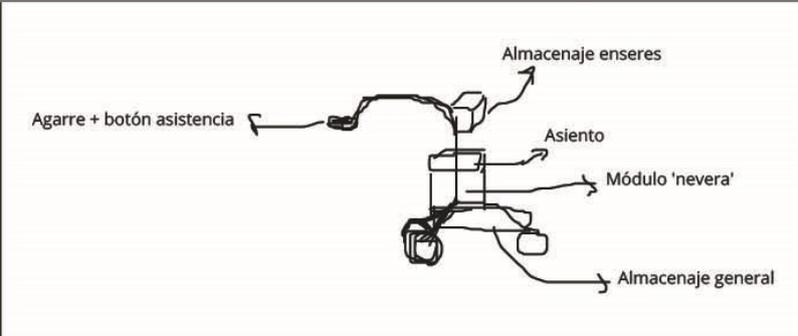
CARACTERÍSTICAS PROSUMER

CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR

EVALUACIÓN CONCEPTO 3

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●●	

CONCEPTO 4

<p><small>Carro andador por módulos para persona mayor + almacenaje + compra... etc</small></p> <p>DEFINICIÓN</p> <p>Breve explicación del concepto: Carro multifunción para personas con movilidad reducida. Piezas que se fabrican: Estructura de aluminio, módulos y compartimentos en textil, agarres en corcho. Piezas que se compran: Tubos de aluminio, juntas, ruedas, elementos electrónicos para botón de asistencia, corcho,</p>	<p>PROS. ASPECTOS POSITIVOS</p> <p>GEOLOCALIZACIÓN DEL CARRO PARA TELEASISTENCIA forma triangular para ganar estabilidad ruedas traseras en triangulo para subir escalones el asiento, el peso principal está en la parte inferior y da estabilidad</p>
<p>NOVEDAD</p> <p>Botón de asistencia sanitaria y familiar, módulos lavables; hecho a mano con materiales reutilizados</p>	<p>CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER</p> <p>Aspectos negativos que habría que resolver o limitaciones que pueden dificultar su desarrollo.</p>
<p>REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.</p>	<p>CARACTERÍSTICAS PROSUMER</p> <p>Adaptación por medio de un asiento el módulo refrigerador puede ser activo o pasivo (con batería o sin)</p>
	<p>CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR</p> <p>Intercambio de módulos Crear nuevos módulos Movilidad de módulos</p>

EVALUACIÓN CONCEPTO 4

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●●	

21/04/2021 - GRUPO 2

DINAMIZADOR: Gevorg PARTICIPANTES: Carlos, Alba, Jorge y Ana

BRAINSWARMING 1 APLICACIONES



APLICACIÓN SELECCIONADA

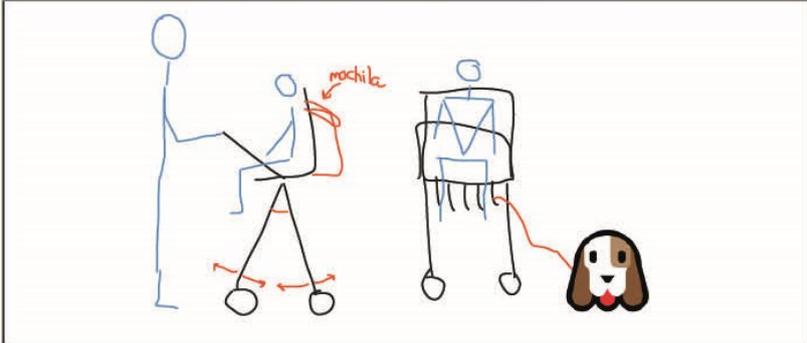


BRAINSWARMING 2

LIMITACIONES Y SOLUCIONES



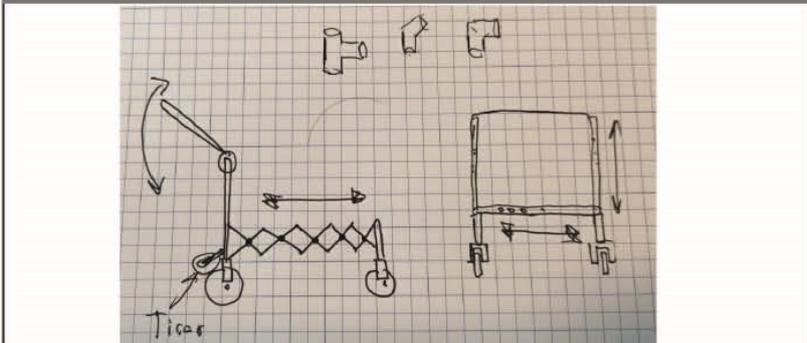
CONCEPTO 2

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Breve explicación del concepto: función, usuario potencial, uso concreto, entorno de aplicación, etc.</p> <p>Piezas que se fabrican: Piezas que se compran: ruedas</p>	Regulable, enganches para la mascota
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
Breve explicación de las características o prestaciones que lo diferencian del resto de conceptos o productos existentes (que hagan una función análoga)	Temas de peso o equilibrio del peso
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	Intervención del prosumer en la estructura y en su configuración
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	Conectable, intercambiable

EVALUACIÓN CONCEPTO 2

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?		● ● ● ●
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	● ● ● ●	● ● ● ●
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?		● ● ● ●
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?		● ● ● ●
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?		● ● ● ●
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	● ● ● ●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	● ● ● ●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	● ● ● ●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	● ● ● ●	● ● ● ●
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	● ● ● ●	● ● ● ●

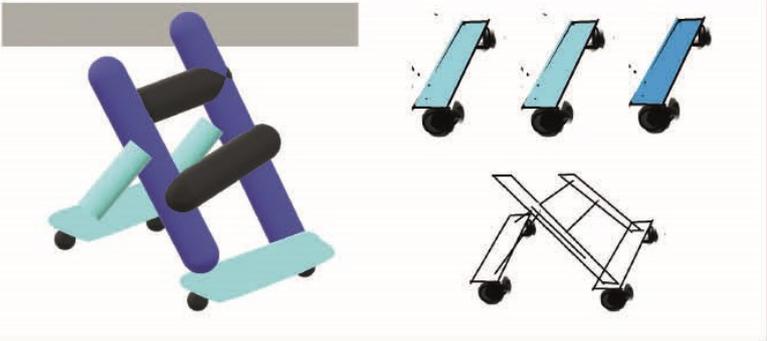
CONCEPTO 3

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Breve explicación del concepto: Un carro entorno a una base complemente personalizable y con capacidad de adaptación</p> <p>Piezas que se fabrican:</p> <p>Piezas que se compran:</p>	Facilidad de giro, adaptación, versatilidad de la forma estructural
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
Breve explicación de las características o prestaciones que lo diferencian del resto de conceptos o productos existentes (que hagan una función análoga)	Dificultad de plegado, demasiados mecanismos
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	Intervención, chasis modificable
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	Módulos con piezas de diferentes tubos

EVALUACIÓN CONCEPTO 3

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	● ● ●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	● ● ● ●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	● ● ● ●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	● ● ● ●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	● ● ● ●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	● ● ● ●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	● ● ● ●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	● ● ● ●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	● ● ● ●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	● ● ● ●	

CONCEPTO 4

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
Carro modelo básico: 1. Base con 2 ruedas 2 unidades 2. Tubos verticales estructura 3. Tubos horizontales para registrar bandejas, bolsas.	Versatilidad en anchura y altura. Varias funcionalidades
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
Posibilidad de añadir más unidades de componente para versatilidad de uso.	Conexiones complejas entre los diferentes tipos de tubo.
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	Le gusta la personalización. Requiere tanto transporte de
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	Personalización

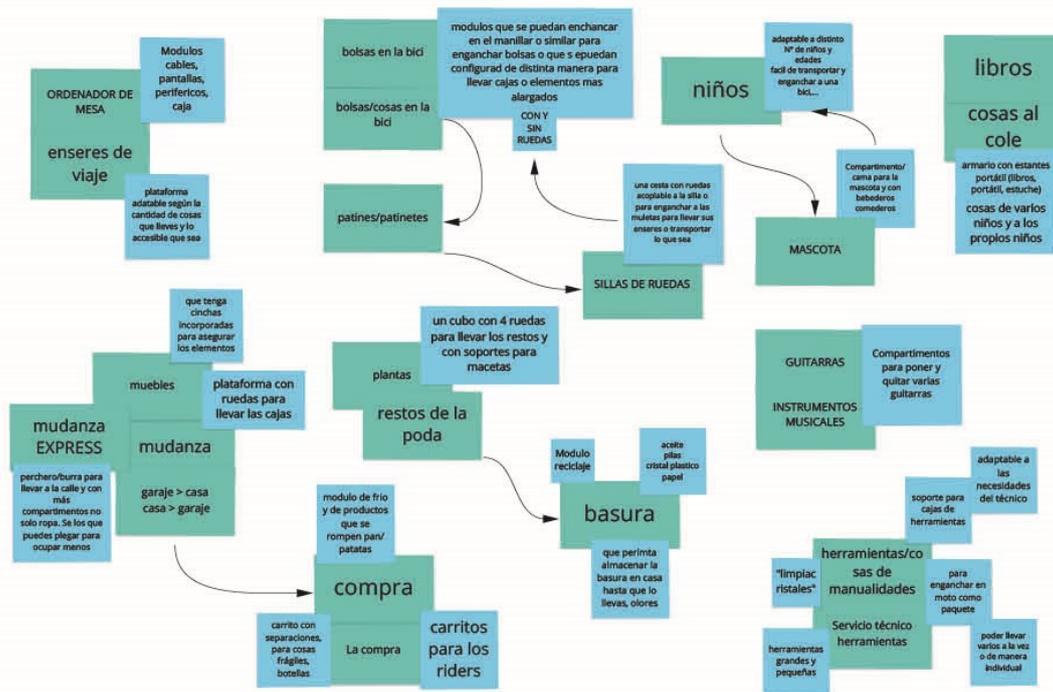
EVALUACIÓN CONCEPTO 4

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●●	●●●●●
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●●	●●●●●
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●●	●●●●●
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●●	●●●●●
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●●	●●●●●
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●●	●●●●●
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●●	●●●●●
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●●	●●●●●
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●●	●●●●●
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●●	●●●●●

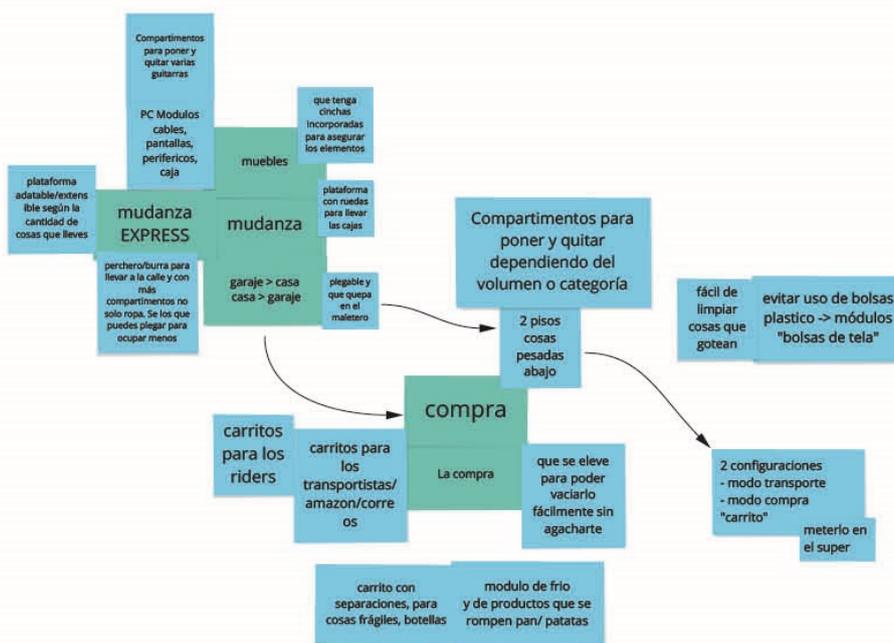
21/04/2021 - GRUPO 3

DINAMIZADOR: Laura PARTICIPANTES: Javi, Leire y Nidia

BRAINSWARMING 1 APLICACIONES

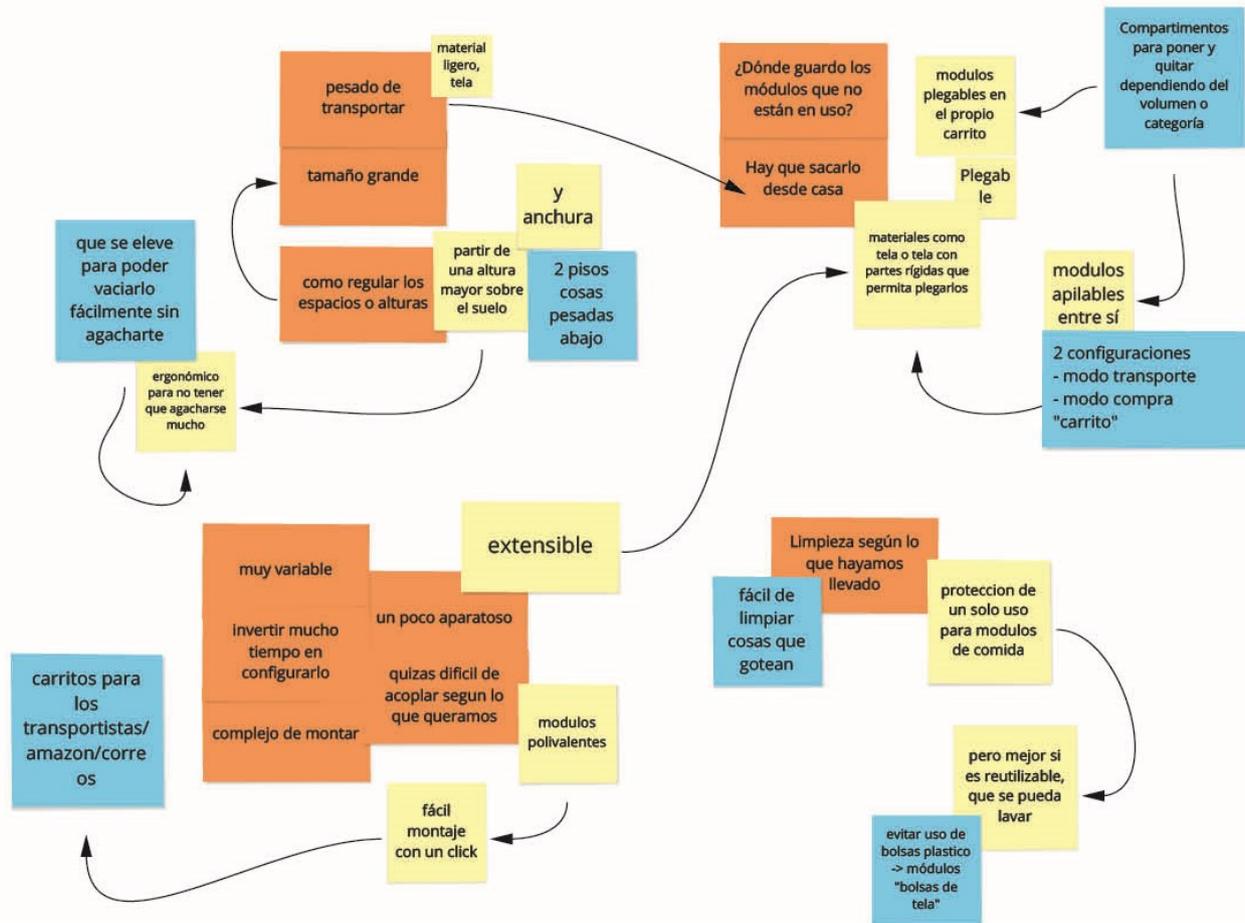


APLICACIÓN SELECCIONADA

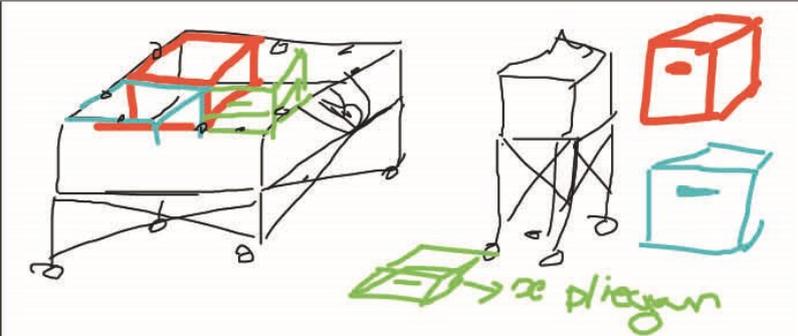


BRAINSWARMING 2

LIMITACIONES Y SOLUCIONES



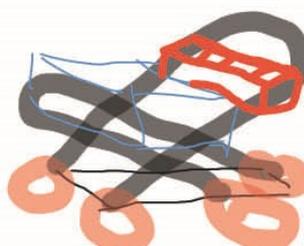
CONCEPTO 2

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
Carro/cesta de tela con cuatro ruedas plegable. Al desplegar en el hueco útil se pondrían los diferentes módulos acoplables entre sí, según tamaño y alturas. Sería para ir a hacer la compra al súper o a una tienda de bricolaje, por ejemplo. Es como los carritos de llevar pelotas del basket. Piezas que se fabrican: las ruedas, las patas y la tela. Piezas que se compran: las cajas, compartimentos.	No haría falta usar bolsas, por lo que se contribuye al medio ambiente. Puedes clasificar los productos por "clases", peso o fragilidad. Solucionan problemas de espalda
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
Sencillo de guardar, más ergonómico, vale para compras de diferentes ámbitos incluso para transportar otras cosas. Puedes añadir módulos según tus necesidades de ese día en la compra. Los módulos son plegables por lo que puedes llevar más por si hicieran falta.	Una buena estructura, difícil manejabilidad de la plataforma, ergonomía, estética
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	El usuario puede hacer las cajas, incluso en otros materiales como tela (troquel en abierto y descargable), solo se compra la estructura
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	Diseño paramétrico para hacer cajas de diferentes tamaños y alturas, plataforma adaptable, multifunción

EVALUACIÓN CONCEPTO 2

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	●●●●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	●●●●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	●●●●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	●●●●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	●●●●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	●●●●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	●●●●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	●●●●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	●●●●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	●●●●	

CONCEPTO 3

DEFINICIÓN	PROS. ASPECTOS POSITIVOS
<p>Carrito de la compra plegable y con compartimentos modificables que se pueden agregar a otros elementos de transporte como bicicletas o el carrito del bebé.</p> <p>Piezas que se fabrican: Cesta grande principal y los pequeños módulos complementarios.</p> <p>Piezas que se compran: La estructura plegable del carro (ruedas, barras...)</p>	<p>Es tu propio carrito</p> <p>Usas menos plásticos para los productos</p> <p>La colocación en casa es más rápida de la compra</p> <p>Pesa menos que los carritos convencionales</p> <p>Otros soportes (carrito bebe o bici)</p>
NOVEDAD	CONTRAS. ASPECTOS A RESOLVER
<p>Frente a un carrito de la compra convencional se puede llevar a casa; los productos están ordenados; se necesitan menos embalajes por lo que se fomenta la compra a granel; se puede agregar a otros carros, como el del bebé, para transportar otros elementos.</p>	<p>Hay que idear un sistema para enganchar los cestos que sea de quita y pon.</p> <p>Definir enganches con soportes y tipos de conexión compatibles entre diferentes tipos de carros.</p>
REPRESENTACIÓN. Boceto, dibujo o esquema.	CARACTERÍSTICAS PROSUMER
	<p>Crear los cestos con material que tengamos por casa y que se pueda lavar.</p> <p>Descargar e imprimir los enganches online.</p>
	CARACTERÍSTICAS DISEÑO MODULAR
	<p>Los cestos se pueden intercambiar y ordenar al gusto para adaptarse a las necesidades del usuario final.</p>

EVALUACIÓN CONCEPTO 3

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	● ● ●	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	● ● ●	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	● ● ●	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	● ● ●	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	● ● ●	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	● ● ●	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	● ● ●	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +	- NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	● ● ●	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	● ● ●	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	● ● ●	

Evaluación interna de los conceptos

Los resultados de la evaluación realizada por los participantes de la sesión creativa no fueron determinantes debido a la falta de consenso en las respuestas y a la limitada experiencia de los evaluadores en el ámbito trabajado. Por este motivo, los tres coordinadores del taller realizaron una segunda evaluación interna con el objetivo de obtener unos resultados más precisos. El método utilizado fue el mismo que el empleado en los talleres. Sin embargo, las respuestas fueron privadas y sólo se revelaron al finalizar la evaluación de todos los conceptos.

A continuación, se muestran las valoraciones obtenidas de esta segunda evaluación. Los resultados se presentan en el mismo orden que en el apartado anterior (*Anexo II, Sesión creativa con makers y diseñadores*), que se corresponde al mismo tiempo con la numeración de la Tabla 31.

CONCEPTO 1 (GRUPO 1, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 2 (GRUPO 1, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 3 (GRUPO 1, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 4 (GRUPO 1, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 5 (GRUPO 2, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 6 (GRUPO 2, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 7 (GRUPO 2, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permita crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 8 (GRUPO 3, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permita crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 9 (GRUPO 3, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 10 (GRUPO 3, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 11 (GRUPO 3, TALLER 1)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 12 (GRUPO 1, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 13 (GRUPO 1, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	

DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	

PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 14 (GRUPO 1, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	

DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	

PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 15 (GRUPO 1, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 16 (GRUPO 2, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 17 (GRUPO 2, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 18 (GRUPO 2, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ +  - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 19 (GRUPO 2, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 20 (GRUPO 3, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 21 (GRUPO 3, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

CONCEPTO 22 (GRUPO 3, TALLER 2)

DISEÑO MODULAR	PREGUNTA	SÍ + - NO
Independiente	¿Los módulos pueden separarse y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	
Conectable	¿Se pueden cambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	
Variable	¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	
DM + PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Transformable	¿El producto puede cambiar su configuración para hacer la misma función según un requisito concreto?	
Adaptable	¿El producto pueden hacer otra función distinta ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	
Personalizable	¿El usuario final puede satisfacer sus propios deseos y necesidades mediante configuraciones personalizadas?	
Actualizable	¿Puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de un módulo concreto?	
PROSUMER	PREGUNTA	SÍ + - NO
Módulos propios	¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar algunos de los módulos del producto?	
Intervención	¿El diseño final tiene un nivel de intervención alto por parte del prosumer?	
Fase de intervención	¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo?	

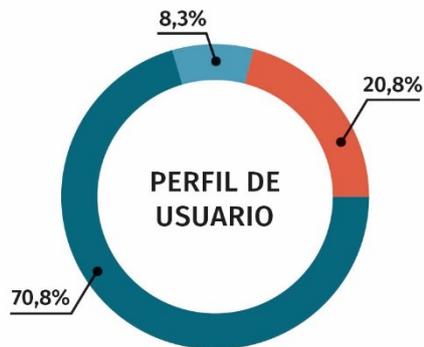
Método de evaluación: validación con usuarios

A continuación, se presentan los resultados obtenidos durante la validación con usuarios del método de evaluación de productos modulares para el prosumer. La evaluación estuvo abierta durante el mes de noviembre de 2021 y se dirigió a usuarios profesionales relacionados con el ámbito del diseño de producto y el entorno maker. La validación se presentó como un formulario de evaluación online a realizar de forma individual. Se proporcionó a todos los evaluadores un vídeo introductorio y una guía de uso que presentaban los términos clave y el funcionamiento del método para comprenderlo y facilitar su aplicación. Se evaluaron un total de cinco productos de diferentes ámbitos del mercado.

La finalidad de esta prueba fue identificar mejoras y aumentar la objetividad del método presentado. Se obtuvieron un total de 24 evaluaciones que contribuyeron a la mejora del método y aportaron información sobre cómo acercarlo a usuarios no especializados. Como resultado, los evaluadores aprendieron un nuevo método para valorar y optimizar productos modulares centrados en los prosumers.

El desarrollo de esta evaluación no podría haberse llevado a cabo sin todas las personas que participaron de forma desinteresada en su validación. Gracias a su interés e iniciativa fue posible alcanzar una muestra suficientemente amplia para obtener una serie de conclusiones de calidad. Todos los resultados fueron de gran ayuda en el desarrollo y mejora del método de evaluación propuesto.

24 RESPUESTAS



70,8% DISEÑADOR
20,8% PROSUMER
8,3% MAKER



50% FEMENINO
50% MASCULINO

5 PRODUCTOS EVALUADOS

1. PROJECT ARA



2. ORGANIZADOR DIY



3. ROOM COLLECTION



4. NEURON INVENTOR KIT



5. BESTÅ DE IKEA



MÉTODO DE EVALUACIÓN

A continuación, se detalla el método de evaluación utilizado en la prueba. Para cada producto, se valoraron un total de nueve características, tres por cada ámbito (*diseño modular*, *diseño modular + prosumer* y *prosumer*). Cada una fue planteada como una pregunta y cada nivel de evaluación como una respuesta. El evaluador debía seleccionar un nivel, del 0 al 4, aunque se permitió que pudiera seleccionar dos niveles consecutivos en caso de duda.

Ámbito	Característica	Nivel
Diseño modular	Independiente. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?	4. Módulo y producto tienen la capacidad de funcionar por sí mismos aun estando separados
		3. El módulo puede funcionar individualmente o en otro producto análogo, pero el producto funciona de forma reducida o incompleta
		2. Módulo y producto siguen funcionando por separado, pero con funcionalidad reducida o incompleta
		1. El módulo puede seguir funcionando en otro producto de forma reducida, pero el producto no funciona sin el módulo
	Conectable. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?	4. La conexión es estándar y universal, pueden conectarse incluso módulos externos de otros productos o fabricantes
		3. La conexión es compatible entre una misma familia de productos y con productos análogos, pero no es universal
		2. Es necesario un adaptador o pieza compatible entre el producto y el módulo para que puedan conectarse entre ellos
		1. El módulo necesita una conexión compatible para conectarse al producto, pero no puede conectarse a otros productos análogos
	Variable. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?	4. El producto permite incluir o cambiar módulos externos universales para conseguir familias o variantes
		3. El producto solo permite incluir o cambiar módulos propios para conseguir familias o variantes de producto
		2. Se puede incluir o cambiar algún módulo, pero el producto está limitado a algunas funcionalidades y no puede generar familias
		1. Se puede cambiar, pero no incluir nuevos módulos, el producto está limitado a algunas funcionalidades y no puede generar familias
Diseño modular + Prosumer	Adaptable. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?	4. El producto integra varias funciones, puede configurarse para hacer otras distintas e incrementar su funcionalidad con cambios reversibles
		3. El producto se puede configurar de forma reversible para hacer distintas funciones, pero no puede incrementar su funcionalidad con módulos extra
		2. El producto tiene una función principal única que varía al cambiar un módulo específico de forma reversible
		1. El producto tiene una función principal única que varía al cambiar un módulo específico, pero el cambio es permanente e irreversible
	Personalizable. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?	4. Personalizar la funcionalidad, prestaciones y aspectos estéticos del producto combinando o añadiendo nuevos módulos
		3. Personalizar la funcionalidad, prestaciones y estética del producto mediante módulos predefinidos, sin poder añadir nuevos
		2. Solo se puede personalizar la funcionalidad o prestaciones específicas mediante algún módulo estándar
		1. El producto solo admite personalización estética
	Actualizable. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?	4. Se puede actualizar y rediseñar por completo: módulos, estructura del producto y diseño final
		3. El producto solo puede actualizarse (módulos y estructura) o rediseñarse (nuevo diseño de módulos), pero no ambas a la vez
		2. Sólo se actualiza funcionalmente mediante el cambio de la estructura o de algunos módulos
		1. Sólo se actualiza física o estéticamente, sin mejoras funcionales
Prosumer	Módulos propios. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios módulos o la estructura del producto?	4. El usuario diseña y fabrica todo el producto a excepción de elementos estándar que no puede fabricar.
		3. El usuario diseña y fabrica algunos módulos que puede hacer por su cuenta, aquellos que no sabe hacer los compra
		2. Sólo se diseña y fabrica un módulo concreto que es característico, exclusivo y hace que el producto se diferencie de otros
		1. El usuario diseña y fabrica un módulo, pero sólo de carácter estético
	Nivel de participación. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?	4. El usuario participa en las fases de diseño, fabricación, montaje, personalización y actualización del producto
		3. El usuario participa en las fases de diseño, fabricación y montaje, pero no en la actualización del producto
		2. El usuario participa en una única fase: diseño o fabricación
		1. El usuario solo puede personalizar el producto
	Momento de intervención. ¿El usuario puede intervenir tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?	4. Existe intervención antes, durante y después de consumir el producto
		3. La intervención se produce antes y durante el consumo el producto
		2. El usuario interviene únicamente durante el consumo del producto
		1. El usuario solo interviene antes de adquirir el producto
		0. No se interviene en ningún momento sobre el producto

EVALUACIÓN 1: PROJECT ARA

Resumen de resultados

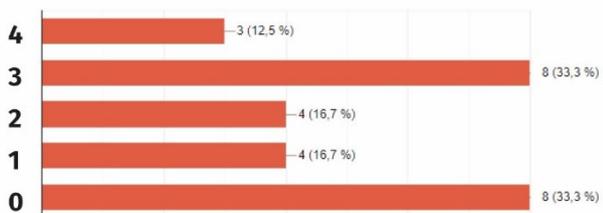


Project Ara

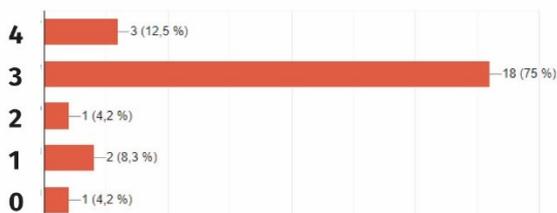
El Proyecto Ara es una iniciativa de Google para fabricar móviles modulares. Cada usuario puede configurar su móvil comprando por separado cada componente, como la cámara o la batería, y uniéndolos después en una misma placa base. La idea es prolongar el ciclo de vida útil de estos dispositivos al permitir sustituir módulos que se han estropeado o quedado obsoletos.

DISEÑO MODULAR

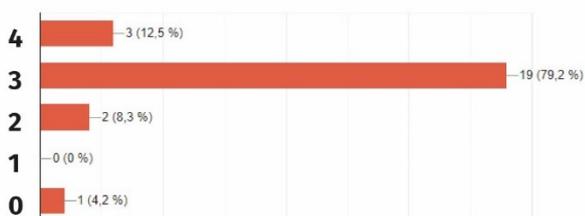
INDEPENDIENTE. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



CONECTABLE. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?

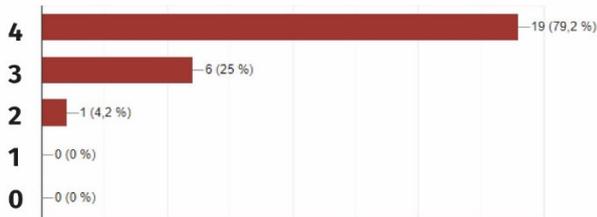


VARIABLE. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?

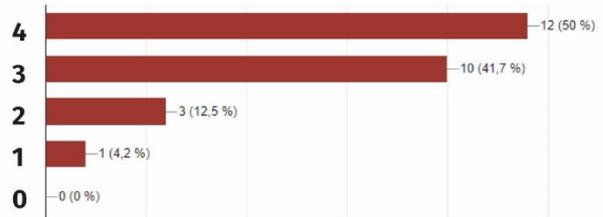


DISEÑO MODULAR + PROSUMER

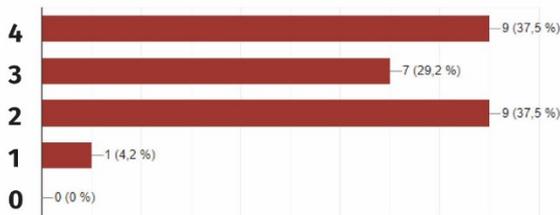
ADAPTABLE. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?



PERSONALIZABLE. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?



ACTUALIZABLE. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?

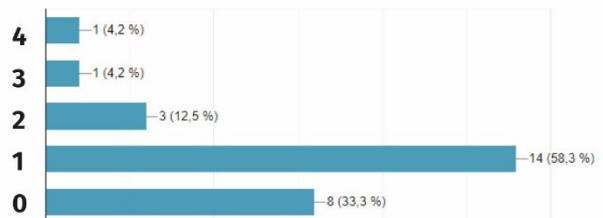


PROSUMER

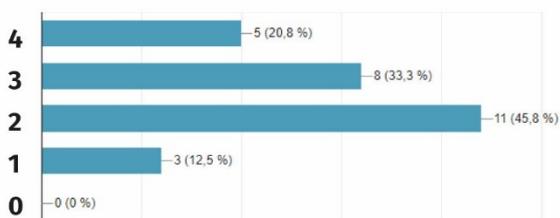
MÓDULOS PROPIOS. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?



NIVEL DE PARTICIPACIÓN. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?



MOMENTO DE INTERVENCIÓN. ¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?



EVALUACIÓN 2: ORGANIZADOR DE HERRAMIENTAS

Resumen de resultados



Organizador de herramientas

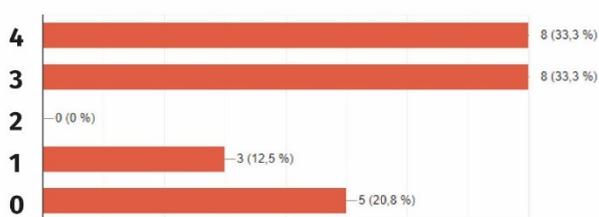
Organizador de madera para almacenar herramientas y papeles de lija. El producto es de fabricación propia, hecho de madera, y no necesita tornillos, tacos o clavos al disponer de listones y ranuras para encajar las piezas. Cuenta con diferentes secciones de almacenaje unidas por pegamento, como el cajón o el organizador de papeles.

DISEÑO MODULAR

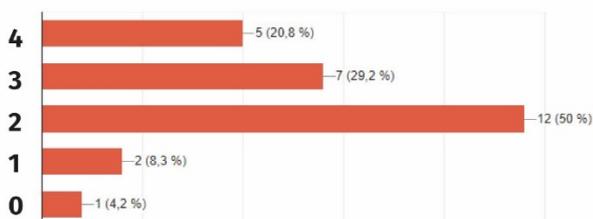
INDEPENDIENTE. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



CONECTABLE. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?

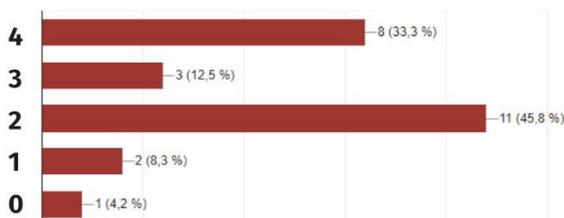


VARIABLE. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?

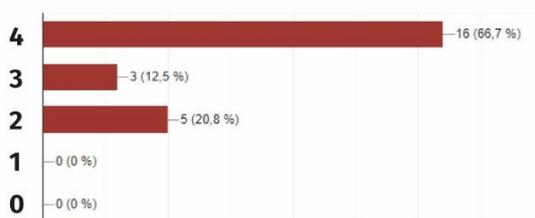


DISEÑO MODULAR + PROSUMER

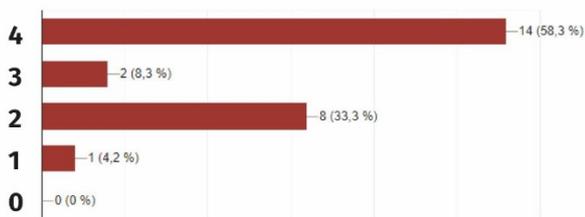
ADAPTABLE. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?



PERSONALIZABLE. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?



ACTUALIZABLE. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?

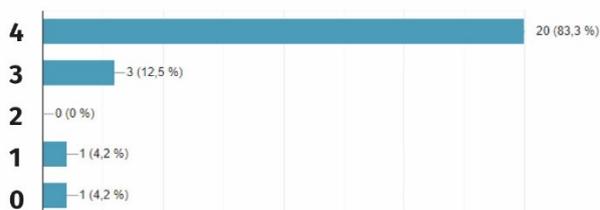


PROSUMER

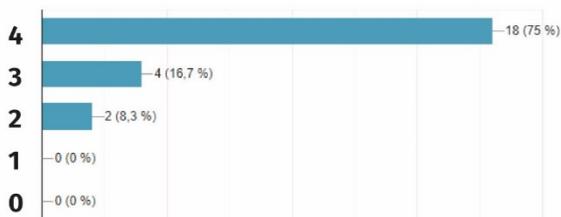
MÓDULOS PROPIOS. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?



NIVEL DE PARTICIPACIÓN. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?



MOMENTO DE INTERVENCIÓN. ¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?



EVALUACIÓN 3: ROOM COLLECTION

Resumen de resultados

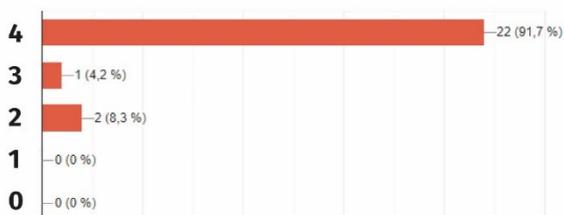


ROOM Collection

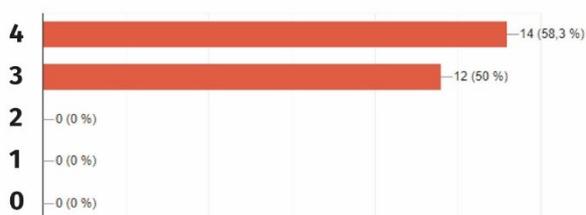
Conjunto de 25 bloques para componer diferentes configuraciones de mobiliario. Todos los módulos son aptos para su orientación horizontal o vertical. El conjunto es 100% de madera, sin incluir otras piezas o materiales. Cada usuario puede crear su propia estantería u organizador combinando los módulos ya disponibles o fabricando los suyos propios.

DISEÑO MODULAR

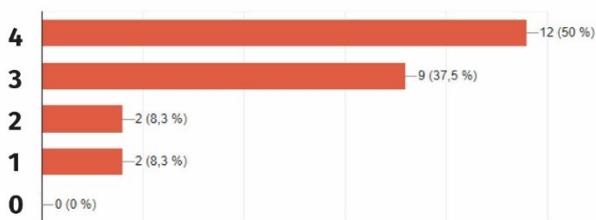
INDEPENDIENTE. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



CONECTABLE. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?

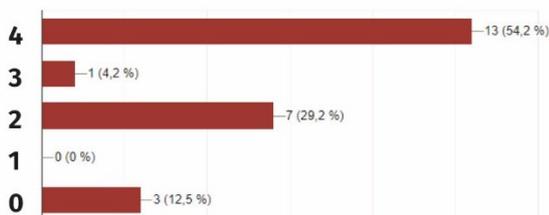


VARIABLE. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?

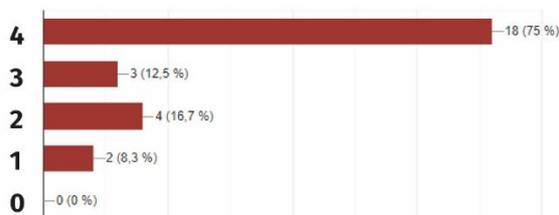


DISEÑO MODULAR + PROSUMER

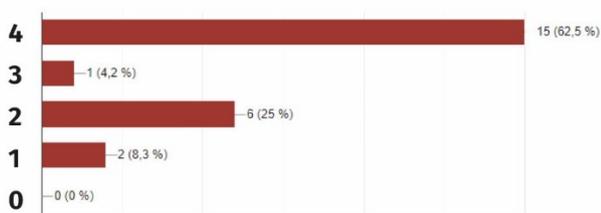
ADAPTABLE. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?



PERSONALIZABLE. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?

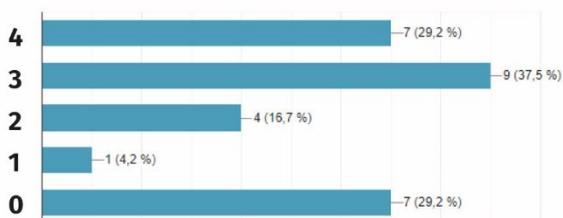


ACTUALIZABLE. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?

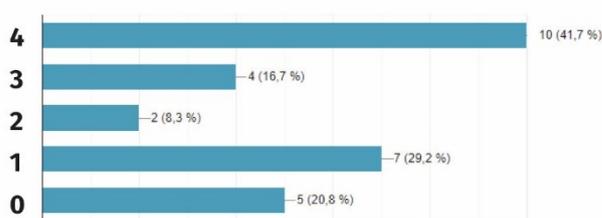


PROSUMER

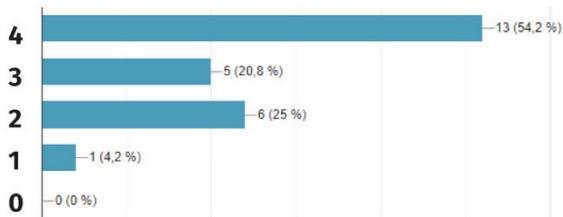
MÓDULOS PROPIOS. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?



NIVEL DE PARTICIPACIÓN. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?



MOMENTO DE INTERVENCIÓN. ¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?



EVALUACIÓN 4: CONJUNTO BESTÅ DE IKEA

Resumen de resultados

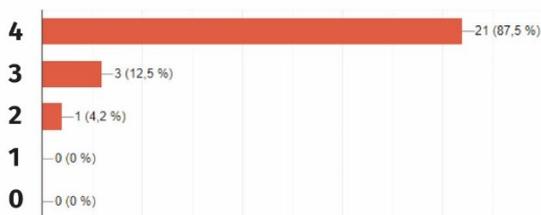


Conjunto BESTÅ de IKEA

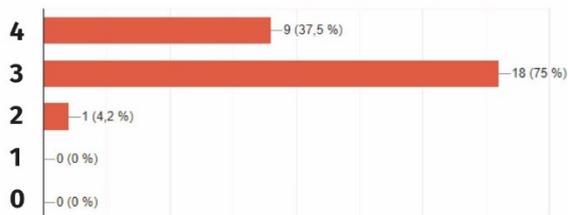
La serie de almacenaje BESTÅ es un conjunto de módulos de mobiliario de IKEA. La amplia variedad de bloques permite al usuario configurar y adaptar el conjunto según sus gustos, espacio y necesidades. BESTÅ no es sólo un mueble de salón, sino también un organizador para otras estancias de la casa.

DISEÑO MODULAR

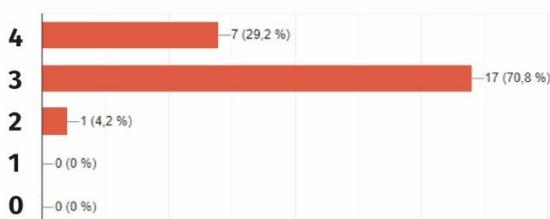
INDEPENDIENTE. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



CONECTABLE. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?

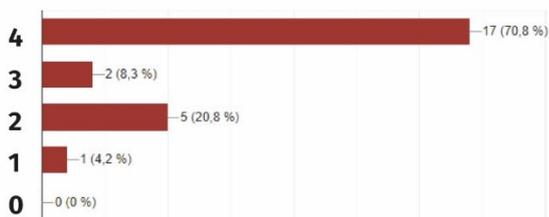


VARIABLE. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?

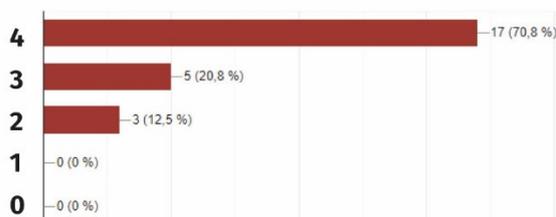


DISEÑO MODULAR + PROSUMER

ADAPTABLE. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?



PERSONALIZABLE. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?



ACTUALIZABLE. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?

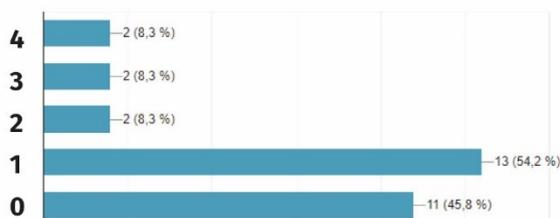


PROSUMER

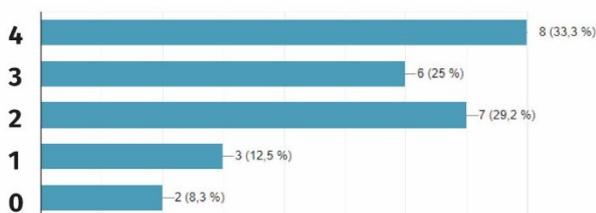
MÓDULOS PROPIOS. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?



NIVEL DE PARTICIPACIÓN. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?



MOMENTO DE INTERVENCIÓN. ¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?



EVALUACIÓN 5: NEURON INVENTOR KIT

Resumen de resultados

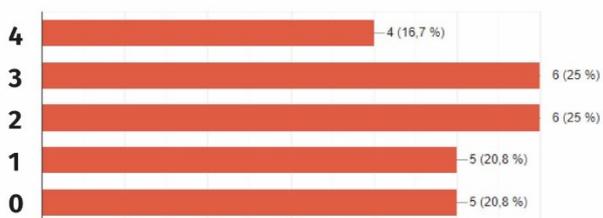


Neuron Inventor Kit

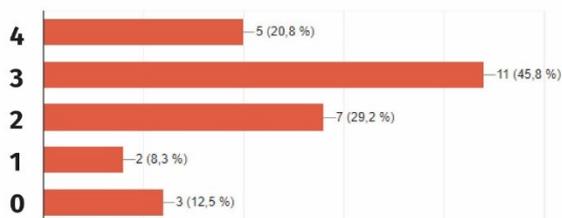
Juguete basado en bloques electrónicos multifuncionales que pueden conectarse entre ellos de forma magnética. Cuenta con 8 módulos: encendido/batería, bluetooth, giróscopo, motor, controlador, sonido y táctil. Puede usarse online y offline para montar diferentes tipos de proyectos.

DISEÑO MODULAR

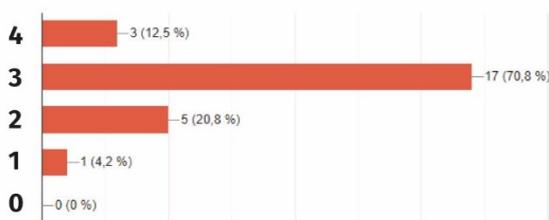
INDEPENDIENTE. ¿Los módulos pueden separarse con facilidad y ser utilizados en otro producto análogo sin variar su función?



CONECTABLE. ¿Se pueden intercambiar los módulos mediante una conexión compatible que no afecte a sus propiedades?

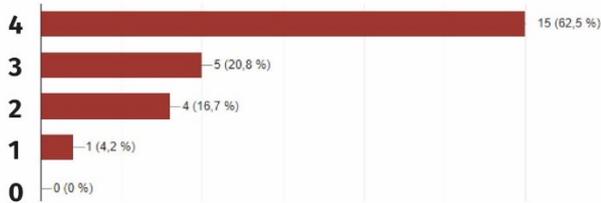


VARIABLE. ¿La combinación de módulos permite crear una familia de productos y/o variantes del mismo producto?

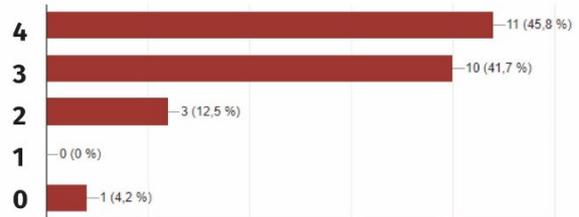


DISEÑO MODULAR + PROSUMER

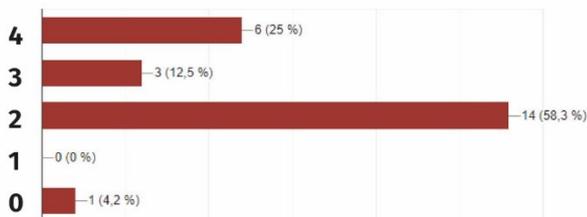
ADAPTABLE. ¿El producto pueden hacer funciones distintas ante diferentes situaciones (temporales o permanentes)?



PERSONALIZABLE. ¿El usuario final puede configurar el producto para satisfacer sus propios deseos y necesidades?



ACTUALIZABLE. ¿El producto puede evolucionar mediante la renovación y/o rediseño de sus módulos y estructura?

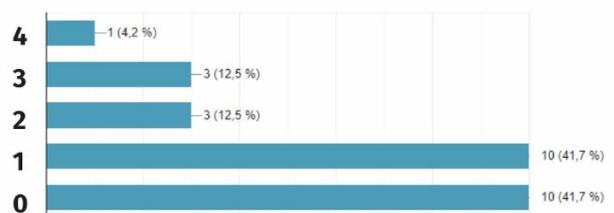


PROSUMER

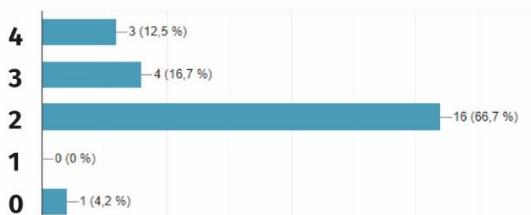
MÓDULOS PROPIOS. ¿El usuario final puede diseñar y/o fabricar sus propios los módulos o la estructura del producto?



NIVEL DE PARTICIPACIÓN. ¿El usuario final participa en todas las fases del ciclo de vida del producto?



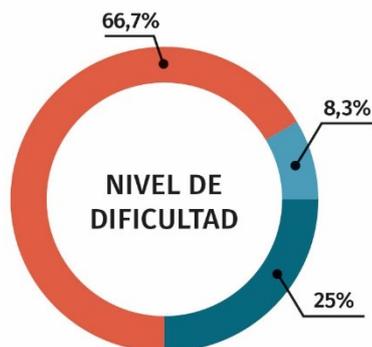
MOMENTO DE INTERVENCIÓN. ¿La intervención del usuario puede realizarse tanto antes de adquirir el producto como durante su consumo y su eliminación?



FEEDBACK DE LOS EVALUADORES

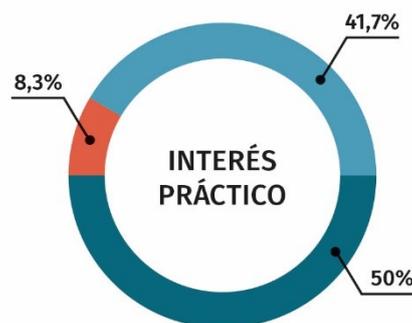
Método de evaluación de productos modulares para el prosumer

¿Qué nivel de dificultad le asignarías al método según tu experiencia?



25% DIFICULTAD ALTA
66,7% DIFICULTAD MEDIA
8,3% DIFICULTAD BAJA

¿La métrica tiene o podría tener interés práctico para ti? ¿La usarías?



50% SÍ
8,3% NO
41,7% DEPENDE

Según la encuesta realizada al final de la validación, podemos concluir que la **percepción de los usuarios** es que el método utilizado tiene un **nivel de dificultad medio-alto**. Además, la mayoría de evaluadores **encuentran un interés práctico** en el método después de haberlo utilizado por primera vez. Ningún diseñador respondió que no utilizaría el método, lo que confirma su **potencial aplicación en el diseño de productos**. Sin embargo, estos resultados muestran que **es necesario trabajar la métrica para acercarla a campos no especializados**, como el ámbito prosumer.

Entre las **opiniones de los evaluadores**, varios de ellos comentaron que el método **requería más atención de la que esperaban**, especialmente a la hora de interpretar y comprender los niveles establecidos para cada característica. En este aspecto, consideraron que **la guía de diseño y el vídeo introductorio facilitaron este trabajo** en gran medida, y que la **forma de presentarlo** fue óptima para entenderlo.

No obstante, a varios usuarios les resultó difícil **diferenciar ciertos elementos** de los productos, como los módulos. Algunos evaluadores también hicieron referencia a que se requiere una **mayor explicación o un análisis más profundo** de los productos para evaluarlos correctamente, por lo que contar con **más información les ayudaría a mejorar su evaluación**. Finalmente, también consideraron que el método sería una buena guía para las **fases de ideación y diseño**, lo que **afianza el uso potencial** que se le pretende dar en un desarrollo futuro.

ANEXO III: ENCUESTA

Informe de resultados

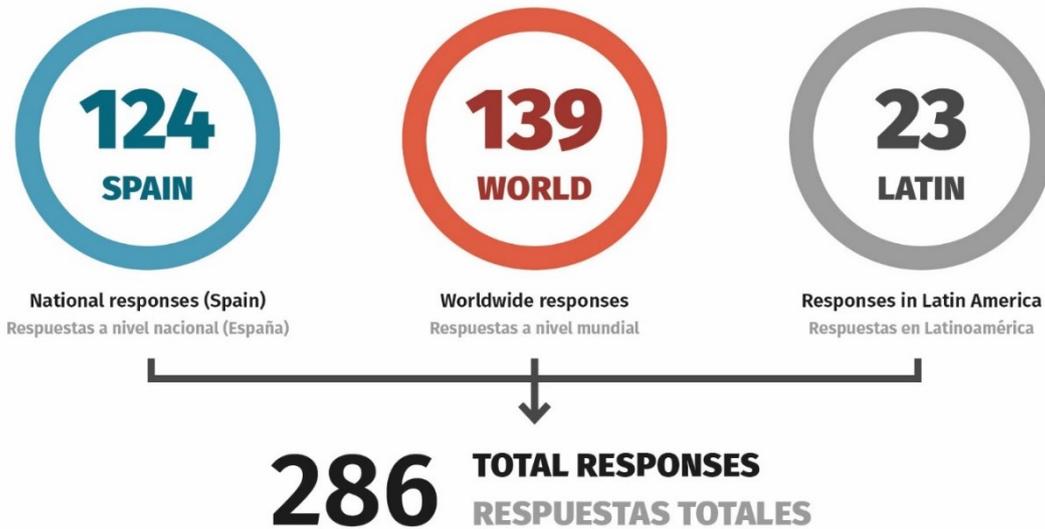
Este informe presenta los resultados de la encuesta “El diseño modular y los usuarios prosumer”. El formulario estuvo abierto durante varios meses y se dirigió a usuarios que tuvieran cierta relación con la cultura maker o que fueran aficionados a crear, modificar, rediseñar o customizar sus propios productos, como los diseñadores. Al haber realizado una difusión internacional, el informe se presentó a los encuestados tanto en inglés como en castellano para que todos fueran capaces de comprender los resultados.

Este estudio de campo pudo llevarse a cabo gracias a todas aquellas personas que dedicaron su tiempo a realizar la encuesta y colaborar en su difusión. En este aspecto, cabe destacar la labor de la comunidad maker por su activa participación, sin la cual no hubiera sido posible lograr el alcance obtenido tanto a nivel nacional como mundial.

SURVEY SCOPE · ALCANCE DE LA ENCUESTA

Initially, the survey was conducted only nationally. However, due to the high response rate it obtained and the communication channels available for dissemination worldwide, two more versions of the survey were developed: one aimed at users in Latin America and the other in English to be disseminated worldwide. In this way, dividing the survey allows us to analyze if the results vary when changing the origin of the users.

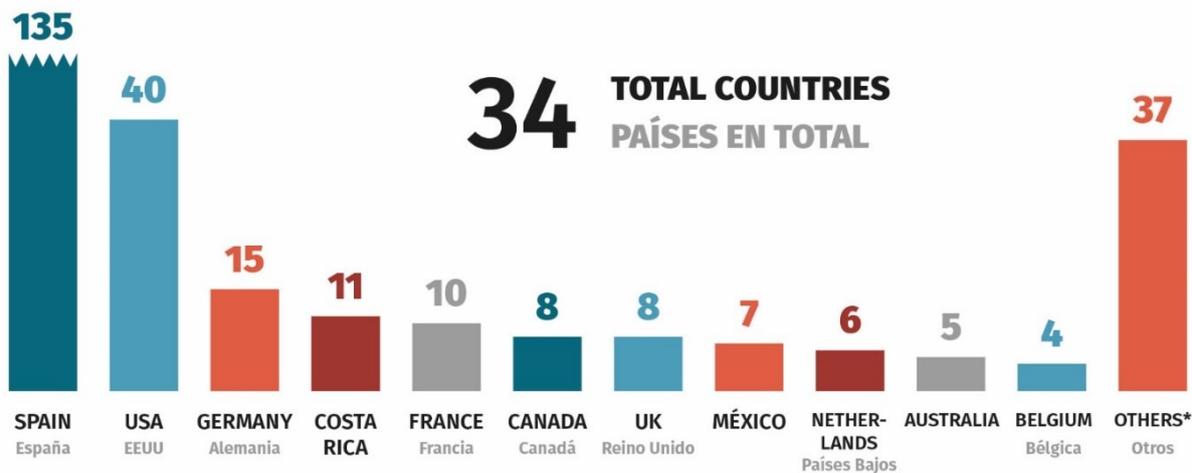
Inicialmente, la encuesta se planteó a nivel nacional. No obstante, dado el alto índice de respuestas que obtuvo y los canales de comunicación disponibles para realizar la difusión a nivel mundial, se desarrollaron dos versiones más: una dirigida a usuarios de Latinoamérica y otra en inglés para difundirla a nivel mundial. Dividir la encuesta nos permite analizar si los resultados varían al cambiar la procedencia de los usuarios.



RESPONSES ACCORDING TO COUNTRY OF ORIGIN · RESPUESTAS SEGÚN EL PAÍS DE PROCEDENCIA

The survey was conducted in a total of 34 different countries. The following graph shows the number of responses according to each country:

La encuesta se realizó en un total de 34 países diferentes. La siguiente gráfica muestra el número de respuestas según cada país:



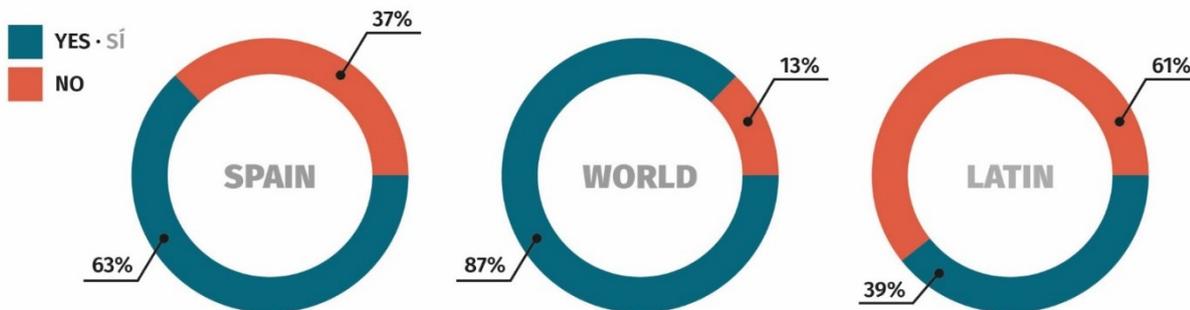
*Other countries: Sweden, Argentina, Italy, Colombia, Finland, Czech Republic, India, Chile, Japan, Ecuador, Israel, Poland, Switzerland, Singapore, Russia, Honduras, Ireland, Austria, Brazil, Jordan, Portugal, Norway and Turkey.

* Otros países: Suecia, Argentina, Italia, Colombia, Finlandia, República Checa, India, Chile, Japón, Ecuador, Israel, Polonia, Suiza, Singapur, Rusia, Honduras, Irlanda, Austria, Brasil, Jordania, Portugal, Noruega y Turquía.

MAKER ORGANIZATIONS • ORGANIZACIONES MAKER

There are many maker organizations where users share knowledge, whether through virtual platforms or physical spaces (Fab labs, Makerspaces, associations, Thingiverse...), are you part of any of them?

Existen numerosas organizaciones maker donde los usuarios comparten conocimientos, ya sea a través de plataformas virtuales o espacios físicos (Fab labs, Makerspaces, asociaciones, Thingiverse...), ¿formas parte de alguna de ellas?



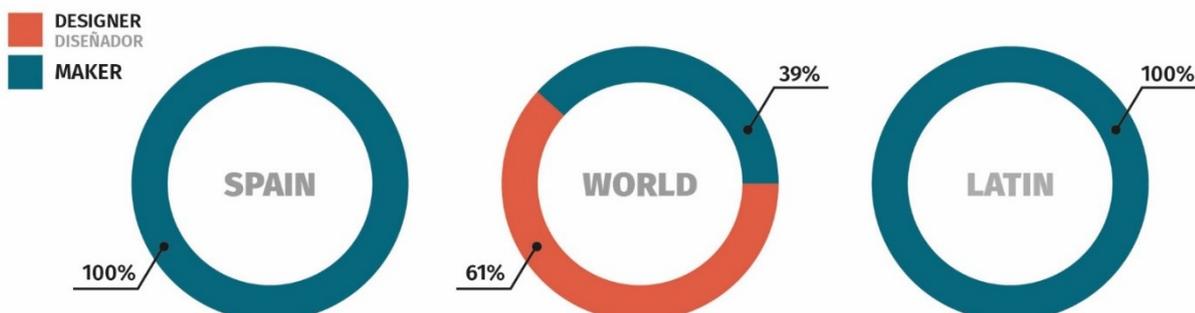
The dissemination method used for each of the three surveys could have a significant influence on the results of this question.

El método de difusión empleado para cada una de las tres encuestas pudo influir notablemente en los resultados de esta pregunta.

EXPERTISE • PERFIL

What is your expertise?

¿Cuál es tu perfil?



This question was only included in the English version of the survey, and it was asked when in the first question the respondent answered that he did not belong to any maker organization. In the Spanish and Latin American version, if the answer to the first question was negative, the survey ended directly. Therefore, in these two versions, 100% of the respondents who completed the entire survey were makers.

Esta pregunta sólo fue incluida en la versión en Inglés cuando en la primera pregunta el encuestado respondía que no pertenecía a ninguna organización maker. En la versión en Español y Latinoamérica, si la respuesta a la primera pregunta era negativa la encuesta finalizaba directamente. Por ello, en estas dos versiones el 100% de los encuestados que completaron toda la encuesta eran makers.

ORGANIZATION OF MEMBERSHIP • ORGANIZACIÓN DE PERTENENCIA

What organization do you belong to?

¿A qué organización perteneces?

1. THINGIVERSE	5. CULTS 3D	9. GITHUB	13. CLONE WARS	17. REDDIT
2. MAKERSPACES	6. FACEBOOK GROUP	10. UNIVERSITY	14. RASPBERRY	18. HACKADAY
3. FABLABS	7. PRUSA	11. GRAB CAD	15. MAKE	19. TINKERCAD
4. ARDUINO	8. MY MINI FACTORY	12. INSTRUCTABLES	16. ULTIMAKER	20. OPEN DESK

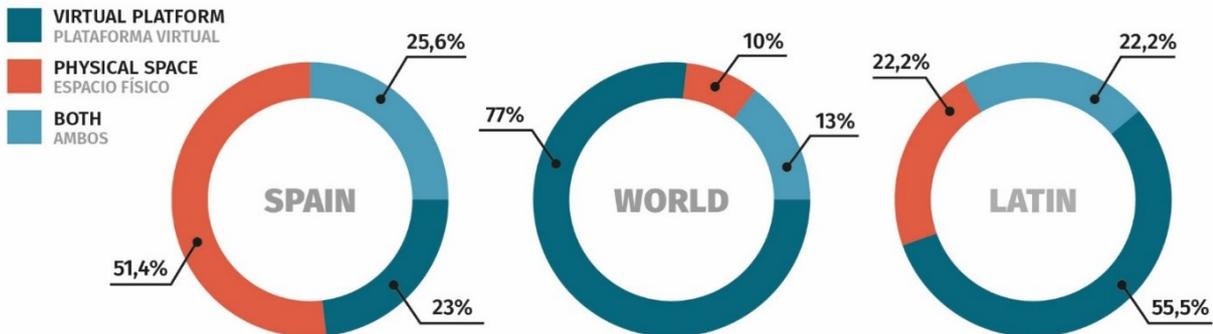
Organizations have been cited in order of popularity.

Se han citado las organizaciones por orden de popularidad.

TYPE OF ORGANIZATION · TIPO DE ORGANIZACIÓN

What type of organization is it?

¿Qué tipo de organización es?



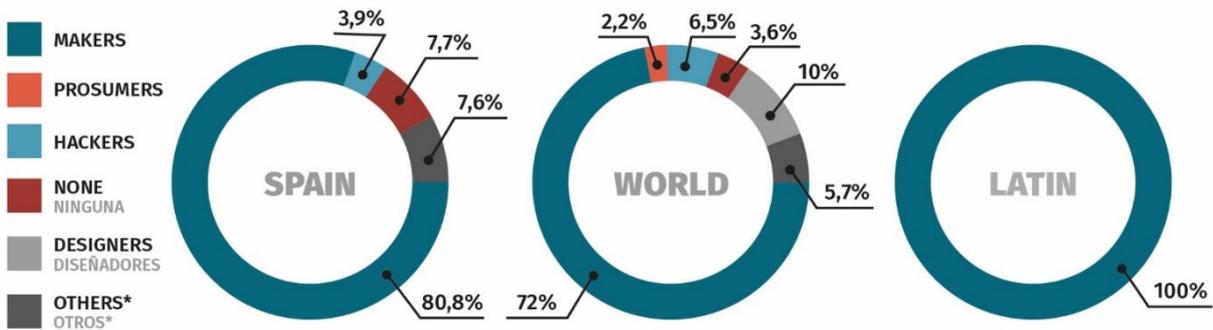
The dissemination method used for each of the three surveys could have a significant influence on the results of this question.

El método de difusión empleado para cada una de las tres encuestas pudo influir notablemente en los resultados de esta pregunta.

TERMINOLOGY · TERMINOLOGÍA

How do you usually call users who create, modify, redesign or customize their own products?

¿Cómo llamas normalmente a los usuarios que crean, modifican, rediseñan o customizan sus propios productos?



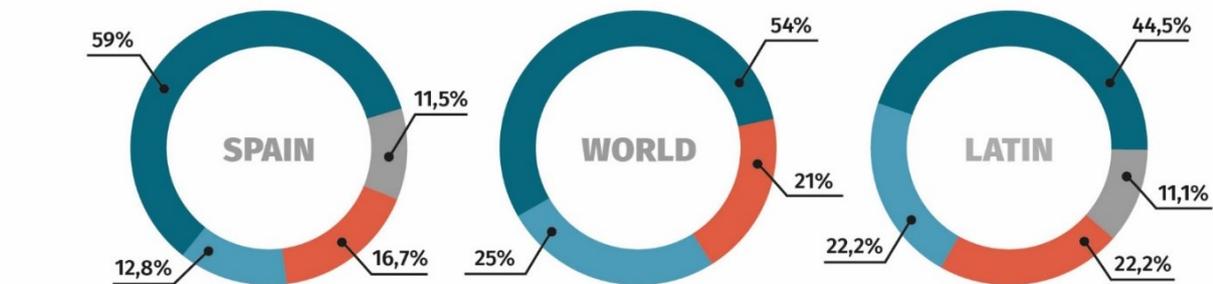
*Others: creatives, innovators, engineers, DIY'ers, design engineers, customizers, artists, 3D modellers.

*Otros: creativos, innovadores, ingenieros, DIY'ers, ingenieros de diseño, personalizadores, artistas, modeladores 3D.

PROSUMER

What does the term "prosumer" mean to you?

¿Qué significa para ti el término "prosumer"?



Defender of a brand that generates content about it through the use of various communication channels
Defensor de una marca que genera contenido sobre ella mediante el uso de diversos canales de comunicación

User who participates in some phase of the production process of the products he consumes
Usuario que participa en alguna fase del proceso de producción de los productos que consume

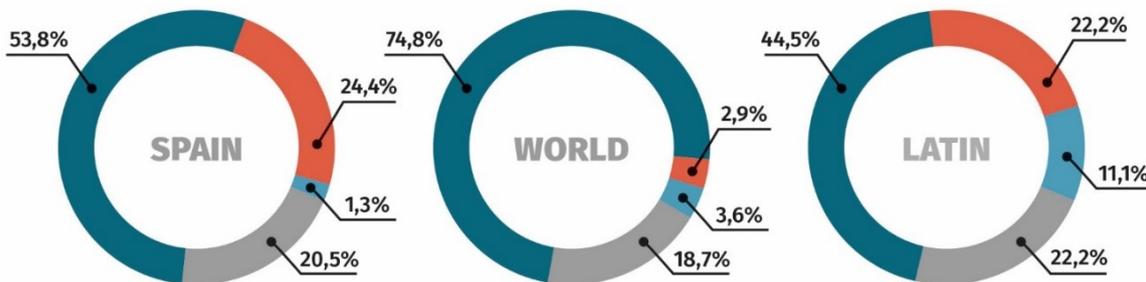
Semi-professional consumer who gets informed about the products he consumes and uses complex equipment destined to professionals
Consumidor semiprofesional que se informa de los productos que consume y utiliza equipos complejos destinados a profesionales

I don't know the term
No conozco el término

TO SHARE PROJECTS · COMPARTIR PROYECTOS

Do you share the projects you do?

¿Compartes los proyectos que haces?

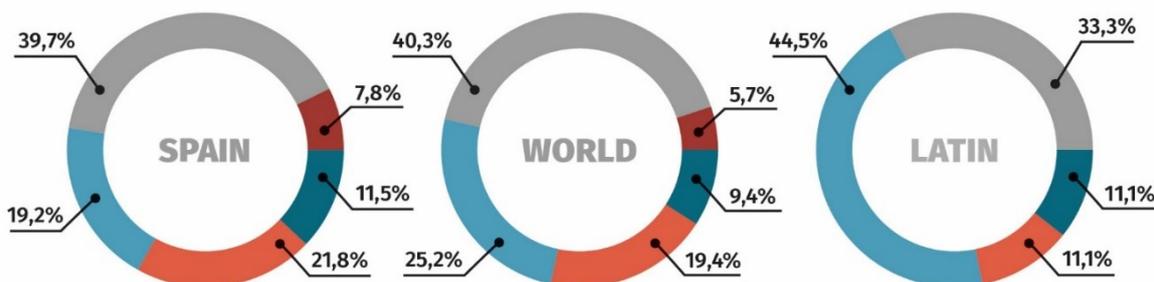


- Yes, I do them individually and then I share them on the net
Sí, los hago de forma individual y luego los comparto en la red
- Yes, I do my projects in a sharing use workshop
Sí, realizo mis proyectos en un taller de uso compartido
- No, I do them individually only for my own use
No, los hago de forma individual sólo para mi propio uso
- Sometimes I share them with people from the same field, but it is not usual
A veces los comparto con gente del mismo ámbito, pero no es lo habitual

OBJECTIVE · OBJETIVO

What is your main objective as a maker/designer?

¿Cuál es tu objetivo principal como maker/diseñador?



- Acquire new knowledge of both my discipline and others disciplines
Adquirir nuevos conocimientos tanto de mi disciplina como de otras
- It is a hobby where the process matters more than the result
Se trata de un hobby donde importa más el proceso que el resultado
- To create functional and useful products that meet a need
Crear productos funcionales y útiles que respondan a una necesidad
- All of the above
Todas las anteriores
- Others*
Otros*

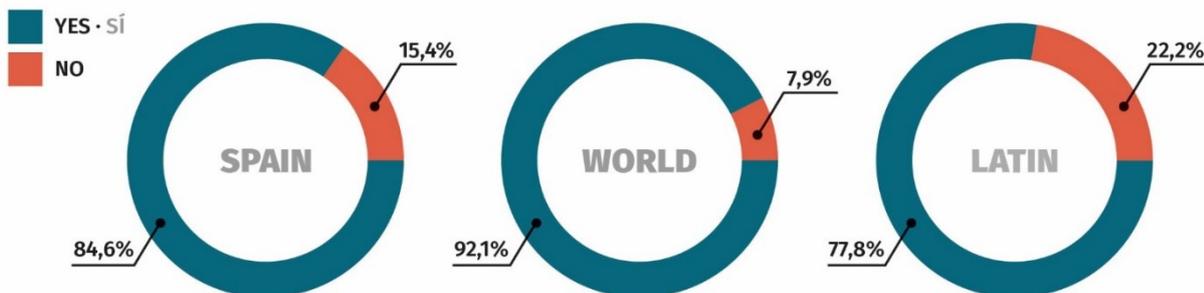
*Others: innovate, co-create, share knowledge, invent, improve products, correct a bad design, earn money, re-use, contribute to the community, lower costs.

*Otros: innovar, co-crear, compartir conocimientos, inventar, mejorar productos, corregir un mal diseño, ganar dinero, reutilizar, contribuir a la comunidad, abaratar costes.

MODULAR DESIGN · DISEÑO MODULAR

Do you know what "modular design" is?

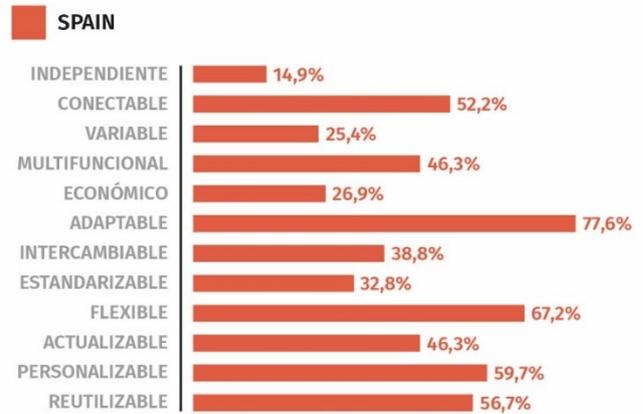
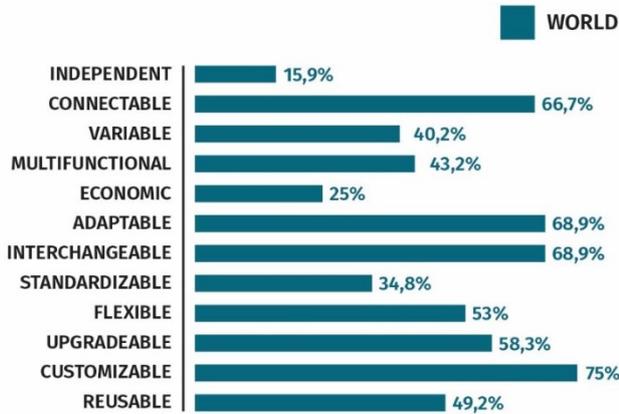
¿Sabes qué es el "diseño modular"?



MODULAR DESIGN CHARACTERISTICS · CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO MODULAR

If so, which of the following characteristics do you think best describe modular design?

En caso afirmativo, ¿qué características crees que describen mejor al diseño modular?



The features that respondents most associate with modular design are **adaptable, customizable** and **connectable**, while those that least are **independent, economic** and **standardizable**.

Las características que más relacionan los encuestados con el diseño modular son **adaptable, personalizable** y **conectable**, mientras que las que menos son **independiente, económico** y **estandarizable**.

This question was only answered by those respondents who knew the term "modular design". For this reason, the results of the Latin American version are not included in this question as it is a very small and not representative sample (7 answers) compared to the national (67) and world (132) version.

Esta pregunta sólo fue respondida por aquellos encuestados que conocían el término "diseño modular". Por ello, no se incluyen los resultados de la versión Latinoamericana en esta pregunta al resultar una muestra muy pequeña y poco representativa (7 respuestas) frente a la versión nacional (67) y mundial (132).

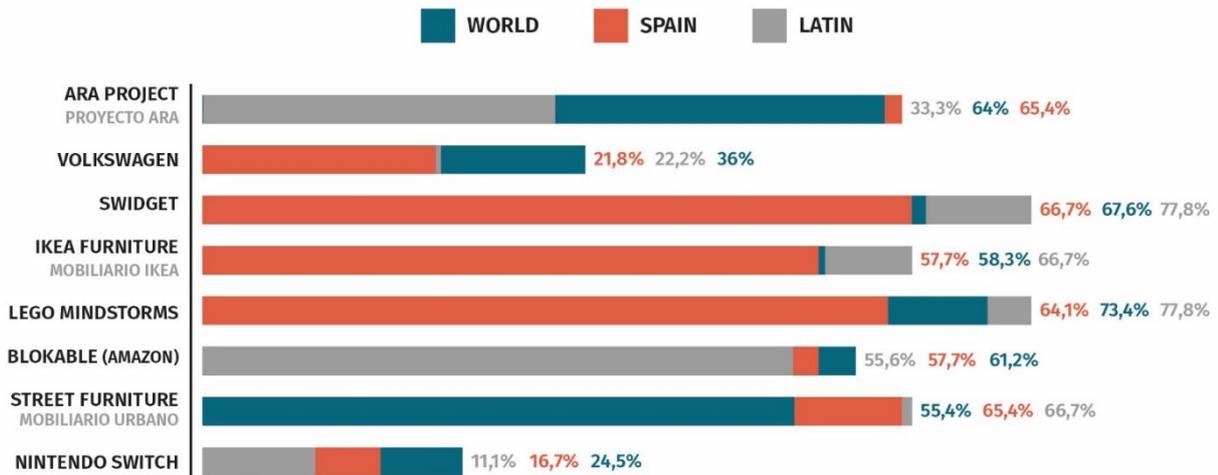
MODULAR PRODUCTS · PRODUCTOS MODULARES

Which of the following images would you consider modular design?

¿Cuáles de las siguientes imágenes considerarías diseño modular?



- 1. ARA PROJECT · PROYECTO ARA
- 2. VOLKSWAGEN
- 3. SWIDGET (HOME AUTOMATION · DOMÓTICA)
- 4. IKEA FURNITURE · MOBILIARIO IKEA
- 5. LEGO MINDSTORMS
- 6. BLOKABLE (AMAZON)
- 7. STREET FURNITURE · MOBILIARIO URBANO
(Designed by / Diseñado por Alexander Lotersztain)
- 8. NINTENDO SWITCH



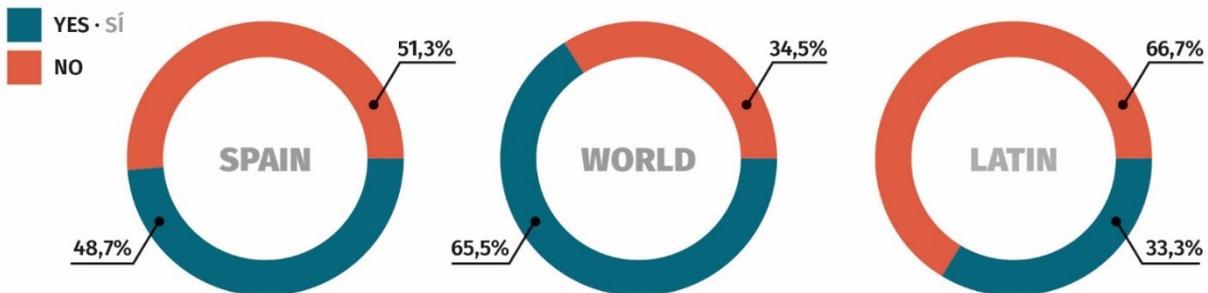
We can conclude that the products most associated with modular design are **Swidget**, **LEGO Mindstorms** and the **Ara project**, while the least associated are **Volkswagen** and **Nintendo Switch**.

Podemos concluir que los productos más asociados a diseño modular son **Swidget**, **LEGO Mindstorms** y el proyecto **Ara**, mientras que los menos asociados son **Volkswagen** y **Nintendo Switch**.

USE OF MODULAR DESIGN · USO DEL DISEÑO MODULAR

Have you ever used modular design to create or modify a product?

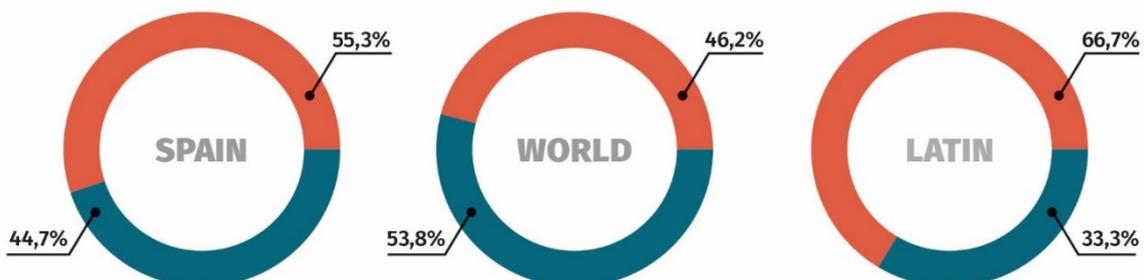
¿Has empleado alguna vez el diseño modular para crear o modificar algún producto?



APPLICATION MODE · MODO DE APLICACIÓN

How did you apply it?

¿Cómo lo aplicaste?



■ Premeditated, as it was a project specification from the beginning
De forma premeditada, ya que era una especificación del proyecto desde el principio

■ It emerged as a solution to a problem or need during the development of the project
Surgió como solución a un problema o necesidad durante el desarrollo del proyecto

APPLICATION PRODUCT · PRODUCTO DE APLICACIÓN

What product did you apply it to?

¿En qué producto lo aplicaste?

<ul style="list-style-type: none"> • CODE BLOCKS BLOQUES DE CÓDIGO • TOYS · JUGUETES • SPORT MATERIAL MATERIAL DE DEPORTE • 3D PRINTER IMPRESORA 3D • ROBOTS • SPEAKER · ALTAVOZ 	<ul style="list-style-type: none"> • HOME AUTOMATION DOMÓTICA • SOFTWARE • SCALE MODELS MODELOS ESCALABLES • HOLDERS · SOPORTES • PROSTHESIS PRÓTESIS • IKEA HACKS 	<ul style="list-style-type: none"> • STORAGE ALMACENAMIENTO • HOUSINGS · CARCASAS • FURNITURE · MOBILIARIO • ARCHITECTURE ARQUITECTURA • TEXTIL • DRONES • LEGOs 	<ul style="list-style-type: none"> • COMPUTERS ORDENADORES • DIY DECORATION DECORACIÓN DIY • ECO SHOWER DUCHA ECOLÓGICA • CNC MACHINE MÁQUINA CNC • AUTOMOTIVE AUTOMOCIÓN 	<ul style="list-style-type: none"> • CAMERA · CÁMARA • EXOSKELETON EXOESQUELETO • APP • FAIR STAND STAND DE FERIA • ELECTRONICS ELECTRÓNICA • THERMOSTAT TERMOSTATO
--	--	---	--	---

These are some of the products in which respondents had previously applied modular design.

Estos son algunos de los productos en los que los encuestados habían aplicado el diseño modular previamente.

REASON · MOTIVO

Why did you apply it?

¿Por qué lo aplicaste?

<ul style="list-style-type: none"> • EASY TESTING FÁCIL TESTEO • ADAPTATION TO THE USER ADAPTACIÓN AL USUARIO • INTERCHANGEABILITY INTERCAMBIABILIDAD • PRODUCT OPTIMIZATION OPTIMIZACIÓN DEL PRODUCTO • REUSE AND UPDATE REUTILIZAR Y ACTUALIZAR • POTENTIAL APPLICATIONS APLICACIONES POTENCIALES • CUSTOMER REQUIREMENT REQUERIMIENTOS DEL USUARIO • SUIT THEIR SPECIFIC NEEDS CUBRIR NECESIDADES CONCRETAS 	<ul style="list-style-type: none"> • CUSTOMIZATION PERSONALIZACIÓN • VERSATILITY VERSATILIDAD • MAINTENANCE MANTENIMIENTO • PRODUCT VARIETY VARIEDAD DE PRODUCTO • SETTING CONFIGURACIÓN • PRODUCTIVITY PRODUCTIVIDAD • PERFORMANCE RENDIMIENTO • MINIMIZE ERRORS MINIMIZAR ERRORES 	<ul style="list-style-type: none"> • ADAPTABILITY ADAPTABILIDAD • MULTIFUNCTIONALITY MULTIFUNCIONALIDAD • LOWER COSTS ABARATAR COSTES • ESTHETIC ESTÉTICA • EXPAND THE PRODUCT AMPLIAR EL PRODUCTO • ITERATION INTERACCIÓN • DESIGN SPECIFICATION ESPECIFICACIÓN DE DISEÑO • REPLICABILITY REPLICABILIDAD 	<ul style="list-style-type: none"> • SHARE PIECES COMPARTIR PIEZAS • FAST DEVELOPMENT DESARROLLO RÁPIDO • INDEPENDENCE INDEPENDENCIA • STORAGE ALMACENAJE • QUICK CHANGES CAMBIOS RÁPIDOS • CONNECTIVITY CONECTIVIDAD • STANDARDIZATION ESTANDARIZACIÓN • EASY REPAIR FÁCIL REPARACIÓN 	<ul style="list-style-type: none"> • LESS RESTRICTIONS MENOS RESTRICCIONES • EASIER PRODUCTION FÁCIL PRODUCCIÓN • SCALABILITY ESCALABILIDAD • INTERVENE IN DESIGN PHASE INTERVENIR EN LA FASE DE DISEÑO • FLEXIBILITY FLEXIBILIDAD • LONGEVITY LONGEVIDAD • SIMPLIFICATION SIMPLIFICACIÓN
--	---	---	--	--

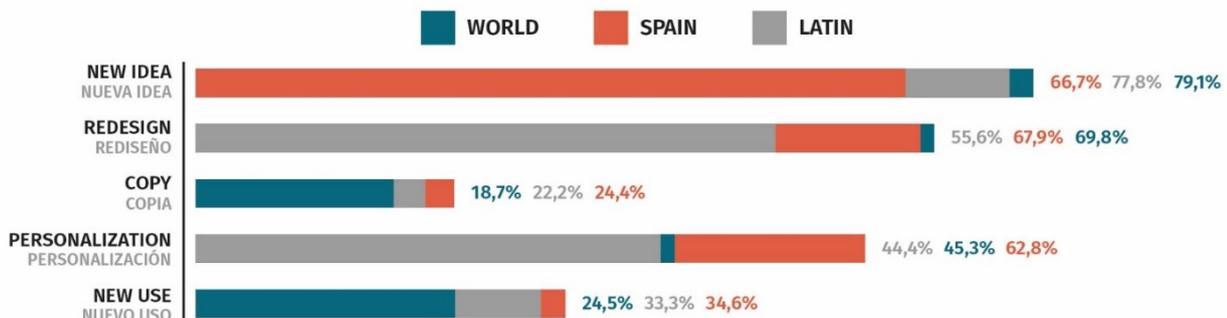
These are some of the reasons why the respondents had applied modular design in the mentioned products.

Estos son algunos de los motivos por los que los encuestados habían aplicado el diseño modular en los productos citados.

WORK METHODS · MÉTODOS DE TRABAJO

Which of the following work methods do you use most frequently?

¿Cuales de los siguientes métodos de trabajo utilizas con más frecuencia?



The most used methods are **new ideas**, **redesign** and **customization**. Other respondents also stated that they were based on the combination of existing ideas or products.

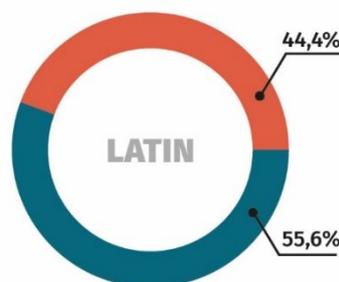
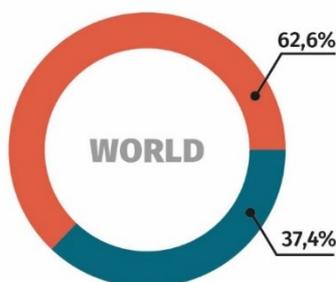
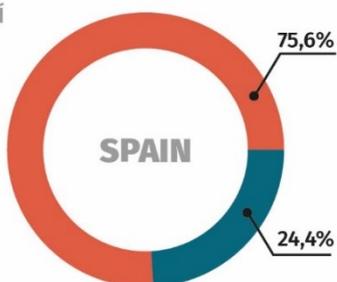
Los métodos más utilizados son las **nuevas ideas**, el **rediseño** y la **personalización**. Otros encuestados afirmaron también que se basaban en la combinación de ideas o productos ya existentes.

DESIGN METHODOLOGY · METODOLOGÍA DE DISEÑO

Do you follow any design methodology to create your own products?

¿Sigues alguna metodología de diseño para crear tus propios productos?

YES · SÍ
NO



If so, which one?

En caso afirmativo, ¿cuál?

<ul style="list-style-type: none"> RESEARCH > DEVELOPMENT INVESTIGACIÓN > DESARROLLO DESIGN THINKING DISEÑO PENSANDO IDEA > DESIGN > DEVELOPMENT IDEA > DISEÑO > DESARROLLO FUNCTION > FORM FUNCIÓN > FORMA SUSTAINABLE DESIGN METHODS MÉTODOS DE DISEÑO SOSTENIBLE 	<ul style="list-style-type: none"> TRY > FAIL > REPEAT PROBAR > FALLAR > REPETIR INCLUSIVE DESIGN DISEÑO INCLUSIVO CIRCULAR IDEATION IDEACIÓN CIRCULAR MODULAR DESIGN DISEÑO MODULAR BOTTOM-UP DE ABAJO A ARRIBA 	<ul style="list-style-type: none"> SPLITTING > COMBINING DIVIDIR > COMBINAR ECODESIGN ECODISEÑO USER EXPERIENCE EXPERIENCIA DE USUARIO AGILE METHODS MÉTODOS ÁGILES METHODICAL PRODUCT DESIGN MÉTODO DE DISEÑO DE PRODUCTO 	<ul style="list-style-type: none"> CREATE AND INNOVATE CREAR E INNOVAR IDENTIFY REQUIREMENTS IDENTIFICACIÓN DE NECESIDADES PROTOTYPING PROTOTIPADO PARAMETRY DESIGN DISEÑO PARAMÉTRICO PRODUCT DECOMPOSITION DESCOMPOSICIÓN DEL PRODUCTO
--	---	---	---

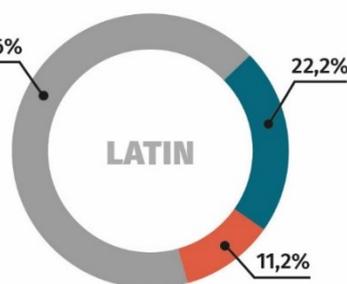
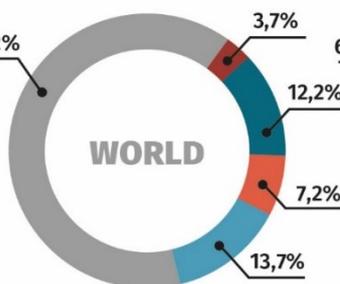
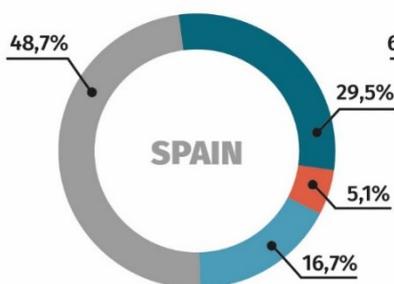
These are some of the more general design methods cited by respondents, although other more specific and less popular methods were also cited among the responses.

Estos son algunos de los métodos de diseño más generales y citados por los encuestados, aunque entre las respuestas también se citaron otros métodos más específicos y menos populares.

TO SHARE PROJECTS · COMPARTIR PROYECTOS

What aspects of the product do you work on?

¿Sobre qué aspectos del producto trabajas?



■ Electronic / Computer
 ■ Aesthetic / Formal
 ■ Assembly / Manufacturing
 ■ I take into account and integrate all aspects of the production process
 ■ Others

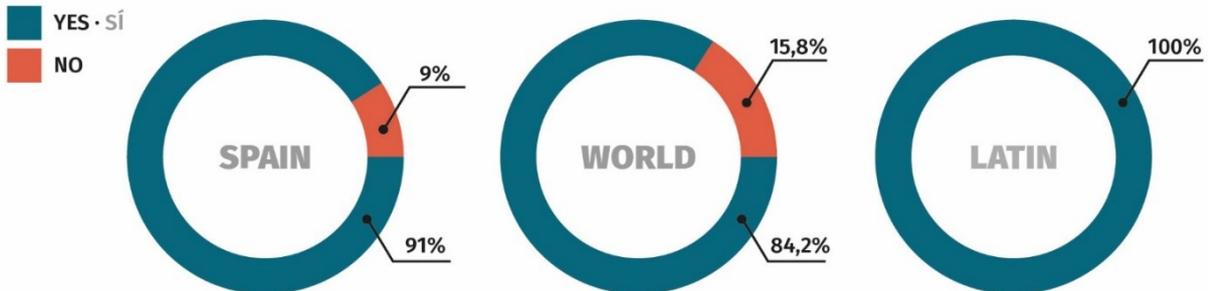
As can be seen, the majority of respondents take into account all aspects of design and development of the products they work on, followed by those who only focus on the electronic/computer part.

Como se puede comprobar, la mayoría de los encuestados tienen en cuenta todos los aspectos de diseño y desarrollo de los productos sobre los que trabajan, seguido de aquellos que sólo se centran en la parte electrónica/informática.

DESIGN METHODOLOGY · METODOLOGÍA DE DISEÑO

Do you think that modular design could be an advantage in the development of your own products?

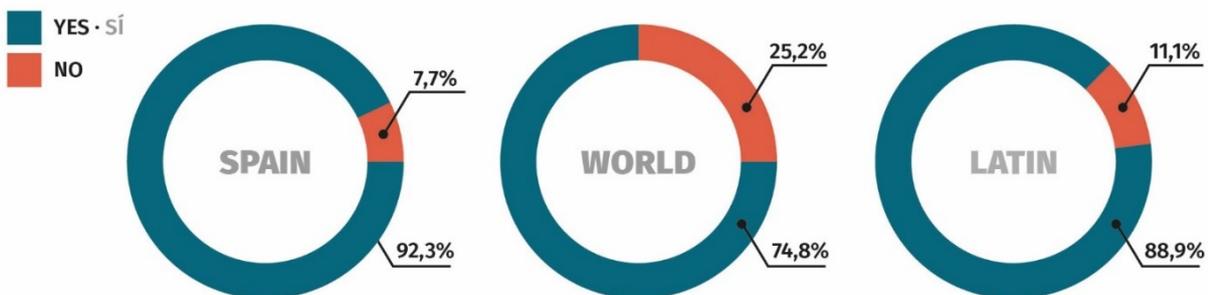
¿Crees que el diseño modular podría suponer una ventaja en el desarrollo de tus propios productos?



MODULAR DESIGN METHODOLOGY · METODOLOGÍA DE DISEÑO MODULAR

If there was a methodology to create your own modular products, would you use it?

Si existiera una metodología para crear tus propios productos modulares, ¿la utilizarías?



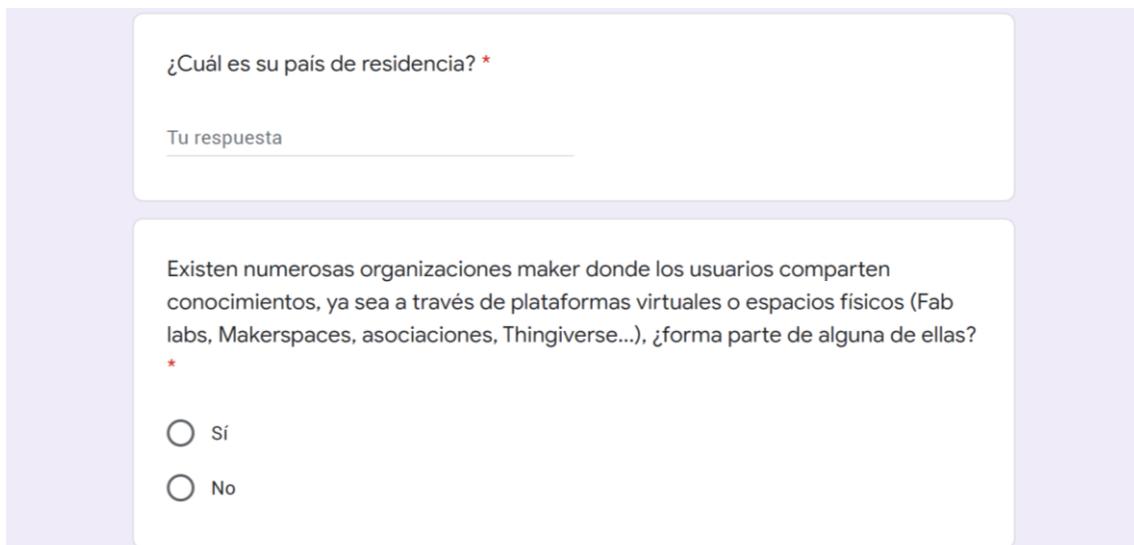
If so, why?

En caso afirmativo, ¿por qué?

- | | | | |
|---|---|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • FUNCTIONALITY
FUNCIONALIDAD • BETTER IMPLEMENTATION
MEJOR IMPLEMENTACIÓN • UTILITY / EFFECTIVENESS
UTILIDAD / EFECTIVIDAD • TRY NEW METHODS
PROBAR NUEVOS MÉTODOS • CREATE MODULAR PRODUCTS
CREAR PRODUCTOS MODULARES • SAVE TIME
AHORRAR TIEMPO • GREATER FLEXIBILITY
MAYOR FLEXIBILIDAD | <ul style="list-style-type: none"> • LEARNING
APRENDIZAJE • SPEED UP THE PROCESS
ACELERAR EL PROCESO • SIMPLIFY STEPS
SIMPLIFICAR PASOS • EVALUATE THE MODULARITY
EVALUAR LA MODULARIDAD • MORE ACCESSIBLE DESIGN
DISEÑO MÁS ACCESIBLE • FACILITATE INNOVATION
FACILITAR LA INNOVACIÓN • MEET THE MODULAR DESIGN
CONOCER EL DISEÑO MODULAR | <ul style="list-style-type: none"> • STANDARDIZATION
ESTANDARIZACIÓN • VERSATILITY = CREATIVITY
VERSATILIDAD= CREATIVIDAD • MORE CUSTOMIZATION
MAYOR PERSONALIZACIÓN • IMPROVE THE WORKFLOW
MEJORAR EL FLUJO DE TRABAJO • PROFESSIONAL PROCESS
PROCESO PROFESIONAL • SIMPLIFY FUTURE CHANGES
SIMPLIFICAR FUTUROS CAMBIOS • ADAPT TO MY NEED
ADAPTARLO A MIS NECESIDADES | <ul style="list-style-type: none"> • BEST PRACTICES
MEJORES PRÁCTICAS • IMPROVE INTERACTION
MEJORAR LA INTERACCIÓN • PROVIDE DURABILITY
APORTAR DURABILIDAD • SUSTAINABILITY
SOSTENIBILIDAD • GOOD STARTING POINT
BUEN PUNTO DE PARTIDA • USEFUL FOR NON-SPECIALIZED USERS
UTIL PARA USUARIOS NO ESPECIALIZADOS |
|---|---|--|---|

Preguntas y contenido

A continuación, se detallan las preguntas presentes en todas las encuestas. La versión de Latinoamérica y la versión en inglés incluían también como pregunta inicial el país de procedencia del encuestado:



¿Cuál es su país de residencia? *

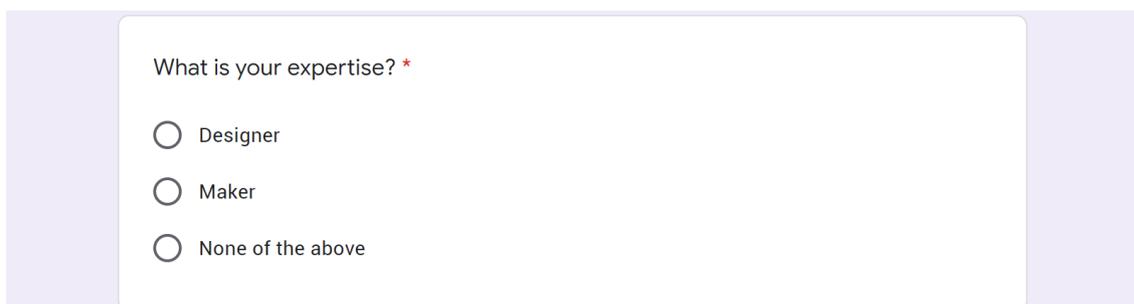
Tu respuesta

Existen numerosas organizaciones maker donde los usuarios comparten conocimientos, ya sea a través de plataformas virtuales o espacios físicos (Fab labs, Makerspaces, asociaciones, Thingiverse...), ¿forma parte de alguna de ellas? *

Sí

No

Tanto en la encuesta nacional como en la latinoamericana, si el usuario pertenecía a una organización maker se le redirigía directamente a la encuesta y, en caso contrario, ésta finalizaba por no cumplir los requisitos para hacerla. En el caso de la encuesta en inglés, si no pertenecía a una organización maker se le preguntaba si era diseñador. En caso afirmativo se le redirigía también a la encuesta y, en caso negativo, ésta se daba por finalizada.



What is your expertise? *

Designer

Maker

None of the above

Las únicas diferencias entre las tres versiones estaban en las preguntas iniciales. Las cuestiones que se muestran a continuación son comunes en todas las encuestas, comenzando por aquellas cuyo objetivo es *definir al prosumer*:



¿A qué organización perteneces? *

Tu respuesta

¿Qué tipo de organización es? *

- Plataforma virtual (Thingiverse, OpenDEX, Raspberry...)
- Espacio físico (FabLabs, Urban Labs, Talleres...)
- Ambas
- Otro: _____

¿Cómo llamas normalmente a los usuarios que crean, modifican, rediseñan o customizan sus propios productos? *

- Makers
- Hacedores
- Prosumers
- Hackers
- Ninguna de las anteriores
- Otro: _____

¿Qué significa para ti el término "prosumer"? *

- Defensor de una marca que genera contenido sobre ella mediante el uso de diversos canales de comunicación (web, blogs, vídeos...)
- Usuario que participa en alguna fase del proceso de producción (diseño, programación, montaje, fabricación...) de los productos que consume
- Consumidor semiprofesional que se informa de los productos que consume y utiliza equipos complejos destinados a profesionales
- No conozco el término
- Otro: _____

¿Compartes los proyectos que haces? *

- Sí, los hago de forma individual y luego los comparto en la red
- Sí, realizo mis proyectos en un taller de uso compartido
- No, los hago de forma individual sólo para mi propio uso
- A veces los comparto con gente del mismo ámbito, pero no es lo habitual

¿Cuál es tu objetivo principal como maker? *

- Adquirir nuevos conocimientos tanto de mi disciplina como de otras
- Se trata de un hobby donde importa más el proceso que el resultado
- Crear productos funcionales y útiles que respondan a una necesidad
- Todas las anteriores
- Otro: _____

Tras abarcar la primera cuestión principal (*definir la figura del prosumer*), las siguientes preguntas tratan de establecer las *características del diseño modular*:

¿Sabes qué es el "diseño modular"? *

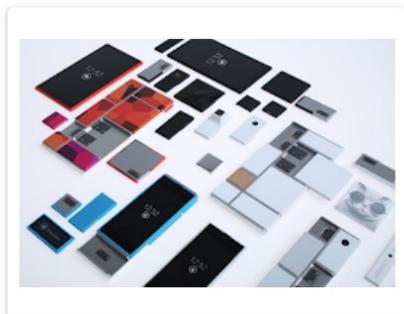
- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿cuáles de las siguientes características crees que describen mejor al diseño modular?

- Independiente
- Conectable
- Variable
- Multifuncional
- Económico
- Adaptable
- Intercambiable
- Estandarización
- Flexible
- Actualizable
- Personalizable
- Reutilizable

¿Cuáles de las siguientes imágenes considerarías diseño modular? *

El diseño modular es un método dentro del proceso de diseño que consiste en dividir el producto en partes independientes, llamadas módulos, cuya combinación da como resultado diferentes configuraciones de producto.



Proyecto Ara (móviles)



Plataforma de vehículo Volkswagen



Aparato domótico Swidget



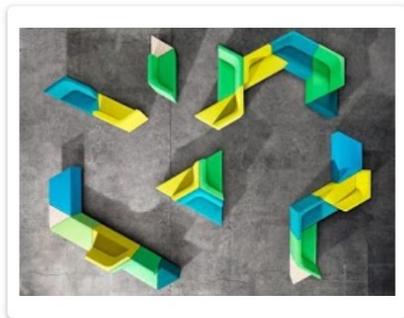
Mueble IKEA



LEGO Mindstorms



Blokable de Amazon



Mobiliario urbano (diseño de Alexander Lotersztain)



Nintendo Switch

¿Has empleado alguna vez el diseño modular para crear o modificar algún producto? *

- Sí
- No

¿Cómo lo aplicaste? *

- De forma premeditada, ya que era una especificación del proyecto desde el principio
- Surgió como solución a un problema o necesidad durante el desarrollo del proyecto

¿En qué producto lo aplicaste? *

Tu respuesta _____

¿Por qué lo aplicaste? *

Tu respuesta _____

A continuación, se muestran las preguntas referentes a la tercera cuestión principal a tratar: conocer el uso de *metodologías de diseño de producto*.

¿Cuales de los siguientes métodos de trabajo utilizas con más frecuencia? *

- Nueva idea
- Rediseño
- Copia
- Personalización
- Nuevo uso
- Otro: _____

¿Sigues alguna metodología de diseño para crear tus propios productos? *

- Sí
- No

En caso afirmativo, ¿cuál?

Tu respuesta _____

¿Sobre qué aspectos del producto trabajas? *

Electrónico / Informático

Estético / Formal

Montaje / Fabricación

Tengo en cuenta e integro todos los aspectos del proceso de producción

Otro: _____

Finalmente, las siguientes cuestiones tratan sobre cómo es la *aplicación real* y *potencial* del diseño modular en el ámbito maker:

¿Crees que el diseño modular podría suponer una ventaja en el desarrollo de tus propios productos? *

Sí

No

¿Por qué? *

Tu respuesta _____

Si existiera una metodología para crear tus propios productos modulares, ¿la utilizarías? *

Dicha metodología tendría en cuenta las funciones del producto y sus respectivos componentes para crear módulos independientes y variables que se pudieran conectar entre ellos.

Sí

No

¿Por qué? *

Tu respuesta _____

Para concluir la encuesta, se les dio la opción a los encuestados de añadir más comentarios respecto a las cuestiones tratadas, así como proporcionar su correo electrónico para recibir un informe con los resultados finales.

Proceso de difusión

Este apartado explica en detalle el proceso de difusión de la encuesta, incluyendo datos de los foros y grupos donde se compartió, así como los resultados de participación obtenidos en cada uno de ellos. Tal y como se ha indicado en el apartado *Estrategia de difusión*, primero se envió la encuesta por email a los expertos entrevistados, asociaciones presentes en *Maker Faire Bilbao 2019* y organizaciones maker locales y nacionales. Luego, se difundió a través de redes sociales, empezando por la **versión nacional en Twitter**, donde se obtuvieron los siguientes resultados:

Perfil	Fecha	Retweets	Likes	Seguidores
@AlexCorvis84 (Alex Corvis)	14/11/2019	32	24	2.546
@kahache7 (Enrique Torres)	15/11/2019	17	21	531
@LauraAsion (Laura Asión-Suñer)	15/11/2019	8	18	37
@ignas68 (Ignacio López-Forniés)	16/11/2019	4	3	58
@dcuartielles (David Cuartielles)	16/11/2019	2	3	20 mil
@LauraAsion (Laura Asión)	29/11/2019	12	11	37
@lahoramaker (La Hora Maker)	17/01/2020	11	15	6.436

Entre los perfiles que retwittearon la encuesta se encuentran organizaciones como *Ciencia Ciudadana en España* (2.795 seguidores) y *EINA Unizar* (8.202 seguidores)

Para difundir la **versión Latinoamericana** de la encuesta, ésta se compartió en los siguientes grupos de Facebook:

Nombre del grupo	Ubicación	Solicitud aceptada	Interacciones con la publicación	Nº de miembros a día 18/07/2020
Red de Educación Maker	México	✓	1	1.258
MAKERS MEXICO	México	✓	0	7.667
Maker Pro // México	México	✓	0	2.639
MAKERS CALI	Colombia	✓	0	392
Makers Medellín	Colombia	✓	0	1.826
Arduino y Makers Costa Rica	Costa Rica	✓	1	4.570
Makers Costa Rica	Costa Rica	✓	1	784
Makers Pachuca	México	✓	0	180
Makers DIMA	-	✓	1	528
Makers de Girona	España	✓	0	50
Cultura Maker en el aula	España	✓	2	878
Santurtzi Makers	España	✓	4	28

Además, la versión Latinoamericana de la encuesta también se compartió en el *XV Encuentro Latinoamericano de Diseño*, donde se obtuvieron 5 respuestas más a parte de las ya obtenidas a través de Facebook. Tras esto, la difusión de esta versión de la encuesta se dio por finalizada con un total de 23 respuestas obtenidas.

Para comenzar con la difusión de la encuesta en inglés, se compartió dicha versión en los siguientes grupos a nivel mundial de LinkedIn:

Nombre del grupo	Solicitud aceptada	Interacciones con la publicación	Nº de miembros a día 18/07/2020
Makers, Designers & Artisans	✓	1	21.790
Maker	✓	1	1.939
Maker Movement Community Network	✓	0	477
Maker Connections	✓	1	411
MAKER SPACE	X	-	56
Stockholm Makerspace	X	-	193
Makerspace Network	X	-	84
Seattle Mini Maker Faire	X	-	34
Maker Faire Orlando	✓	0	35
World Maker Faire New York 2014	X	-	23
Milwaukee Makerspace	✓	0	114
GitHub	✓	1	1.711

Tanto en Facebook como en LinkedIn, todos los grupos que contenían la palabra *prosumer* estaban relacionados con energías renovables, por lo que fueron descartados de los resultados. Por otra parte, en LinkedIn también se buscaron grupos relacionados con las plataformas digitales que utilizan normalmente los makers, donde no se encontró nada sobre *Thingiverse* pero sí sobre *GitHub*. Tras esto, se dio por concluida la difusión a través de redes sociales para dar paso a la difusión de la versión mundial de la encuesta a través de plataformas digitales.

Se realizó una lista de las plataformas digitales más citadas tanto por los entrevistados como por los encuestados. Éstas fueron enumeradas por cantidad de citas, empezando por las más nombradas. De la lista resultante, no todas las plataformas contaban con foros o grupos para poder compartir la encuesta. Por este motivo, una serie de plataformas fueron descartadas del proceso de difusión. Para las plataformas restantes, se procedió a crear un perfil para poder comentar y difundir así la encuesta. Esta fue en su mayoría compartida en inglés por tratarse de plataformas internacionales, aunque algunas plataformas de origen español o hispanoamericano se compartieron en el idioma nativo.

Por otra parte, la búsqueda de foros y grupos para compartir la encuesta dentro de cada plataforma se realizó de acuerdo a dos criterios. En primer lugar, se buscaron los grupos con más miembros de cada plataforma, pues, aunque trataran temas específicos (Ingeniería, Prusa, Arduino...), sus miembros eran makers o estaban relacionados de algún modo con la cultura DIY, por lo que eran usuarios potenciales para realizar la encuesta. En segundo lugar, se realizó una búsqueda de grupos específicos a través de las palabras clave “maker”, “prosumer” y “DIY”, donde se pudo concluir que no existía en ninguna de las plataformas grupos o foros bajo el término *prosumer*. Para estos últimos grupos, se comprobó además su nivel de actividad pues era probable que algunos estuvieran en desuso.

1. ■ THINGIVERSE <https://www.thingiverse.com/>

Thingiverse es una plataforma dedicada a compartir archivos de diseño digital creados por los usuarios. Cuenta por grupos de discusión por los que los usuarios hablan de diferentes temas, por lo que se creó una cuenta para poder acceder a dichos grupos y difundir así la encuesta. La página tiene un sistema de seguridad que no permite comentar ni añadir nuevos posts en grupos los primeros días tras crear una cuenta, por lo que hay que esperar un periodo de prueba de unas 2-3 semanas. Una vez pasó dicho periodo, la encuesta fue compartida en los grupos citados en la tabla en intervalos de una semana para que la página no detectara la cuenta como SPAM.

Nombre del grupo	Fecha	Interacciones	Miembros
Engineering	19/07/2020	2 comentarios	22k
Prusa i3	22/07/2020	0	14.1k
Arduino	22/07/2020	0	11.6k
Things With Actual Uses	26/07/2020	1 comentario	10.9k
Gamer Makers	26/07/2020	6 comentarios	8.7k
Thingiverse	30/07/2020	7 comentarios	6.9k
SketchUp	30/07/2020	0	3.5k
Wargamer makers	30/07/2020	0	3.4k
Lego Makers	19/07/2020	0	1.6k

2. ■ GITHUB <https://github.com/>

GitHub es una plataforma donde los programadores guardan sus propios repositorios de código, por lo que está orientado a proyectos donde otros usuarios contribuyen. Por este motivo no existen grupos ni foros de discusión, únicamente proyectos en los que los usuarios hacen aportaciones. Esto nos dificulta la posibilidad de compartir la encuesta entre sus usuarios, motivo por el cual esta plataforma ha sido descartada para el proceso de difusión.

3. ■ OPEN DESK <https://www.opendesk.cc/>

La web de *Open Desk* no cuenta con grupos, pero sí que proporciona acceso a un “Maker Forum”. Este foro es un Grupo de Google llamado “Opendesk Community Forum” donde los usuarios hablan de diversos temas relacionados con Open Desk: <https://groups.google.com/forum/#!forum/opendesk-community>

Nombre del grupo	Fecha	Interacciones	Miembros
Opendesk Community Forum	19/07/2020	7 visitas	704

4. ■ MAKE: COMMUNITY <https://community.make.co/>

La página *Make* cuenta con cinco secciones dedicadas al mundo maker. De estas secciones, su revista *Make: Magazine* y el evento *Maker Faire* que se hace en todo el mundo, tienen gran popularidad. Siguiendo con la filosofía maker, la sección *Make: Community* brinda a cualquier maker la oportunidad de pertenecer a una comunidad online que está conectada a través de esta plataforma. No obstante, es necesario pagar una tarifa anual para poder acceder a todos sus recursos, por lo que se decidió no crear un perfil que únicamente iba a estar dedicado a la difusión de la encuesta.

5. ■ HACKADAY <https://hackaday.com/>

Hackaday ofrece diversas herramientas a través de su plataforma. Sus vías de comunicación se centran sobre todo en compartir proyectos. Además, también permite crear grupos privados de colaboración y obtener feedback públicamente por otros usuarios. No obstante, no existen grupos de discusión, pues la única manera de comunicarse con usuarios desconocidos es comentando un proyecto público o un artículo del blog. Estas vías no se han considerado apropiadas para difundir una encuesta, motivo por el cual no se ha utilizado esta plataforma para este fin.

6. ■ ARDUINO <https://forum.arduino.cc/>

Arduino es el ejemplo por excelencia de la aplicación del diseño modular en el campo de la electrónica. Cada vez son más los usuarios que utilizan Arduino con diversos fines, entre ellos, aprender electrónica, programación e introducirse en el mundo maker. Su comunidad se define por ser muy activa y participativa, sobre todo en redes sociales, foros y eventos. Por este motivo, su página web cuenta con una página dedicada a la comunidad de Arduino donde se pone a disposición del usuario recursos como foros, proyectos, manuales y mucho más. Dentro del foro, encontramos diversos grupos que tratan múltiples temas. Sin embargo, todos ellos son muy específicos de Arduino (resolución de problemas, tutoriales, preguntas...) y con una serie de normas sobre los temas a tratar, por lo que se han seleccionado únicamente aquellos grupos más generales donde encajara mejor la encuesta y se pudiera compartir cumpliendo las normas.

Nombre del grupo	Fecha	Interacciones	Posts
General Discussion	01/08/2020	528 visitas	13.767
Product Design	01/08/2020	Borrado*	2.868
Gigs and Collaborations	*	*	15.338
Exhibition / Gallery	*	*	21.947
General (ESP)	01/08/2020	322 visitas	16.158

* La encuesta no se compartió en más grupos puesto que el moderador del foro eliminó la encuesta de *Product Design* por estar duplicada, y la mantuvo únicamente en *General Discussion* solicitando que no la copiáramos en más grupos. No obstante, se mantuvo en *Proyectos*, puesto que ahí estaba en otro idioma y no se consideró que el post estuviera duplicado.

7. ■ RASPBERRY <https://www.raspberrypi.org/forums/>

Raspberry también es un buen ejemplo del uso del diseño modular en la electrónica. Su página web cuenta con un foro dedicado a resolver dudas y crear temas de discusión entre sus usuarios. Igual que con *Arduino*, cada grupo del foro cuenta con sus propias normas y temas a tratar, por lo que se ha seguido el mismo criterio que en la página de *Arduino* para seleccionar los grupos del foro donde compartir la encuesta.

Nombre del grupo	Fecha	Interacciones	Posts
Teaching and learning resources	01/08/2020	285 visitas	2.137
User groups and events	*	*	2.873
Other languages (Español)	*	*	19.718
Other projects	01/08/2020	No aceptado*	55.801

* La dinámica y normas del foro de *Raspberry* son muy similares al de *Arduino*, por lo que se decidió no duplicar la encuesta en más grupos aparte de en los que ya se había compartido.

8. ■ INSTRUCTABLES <https://www.instructables.com/community/>

Instructables es un sitio web propiedad de *Autodesk* especializado en proyectos de bricolaje que cuenta con un foro general. Sin embargo, a principios de julio de 2020 se anunció que el foro dejaría de estar habilitado en octubre. A pesar de ello, la encuesta pudo ser compartida. De este modo, se posteó en las siguientes secciones y canales del foro, aunque todos los posts aparecían en la sección “general”.

Nombre del grupo	Fecha	Visitas	Comentarios
Teachers / University / Engineering	01/08/2020	61	1
Workshop / 3D Printing	01/08/2020	No aceptado*	-
Circuits / Tools	*	*	-

* Cada post debía tener asignado una categoría y un canal. Sin embargo, esto sólo servía para organizar y filtrar la información, ya que todos los posts creados formaban parte del mismo foro general. Por este motivo, se decidió no duplicar la encuesta más veces.

9. ■ TINKERCARD <https://www.tinkercad.com/>

Tinkercad es una aplicación de diseño 3D, electrónica y creación de código. La utilizan profesores, niños, aficionados y diseñadores, quienes están conectados a través de proyectos. Al carecer de foro, su uso para la difusión fue descartado.

10. ■ CLONE WARS https://www.reprap.org/wiki/Proyecto_Clone_Wars

El proyecto *Clone Wars* cuenta con un Grupo de Google llamado “Clone Wars: Imprimiendo impresoras 3D” donde los usuarios hablan de temas relacionados con el proyecto. <https://groups.google.com/forum/#!forum/asrob-uc3m-impresoras-3d>

Nombre del grupo	Fecha	Interacciones	Miembros
Clone Wars: Imprimiendo impresoras 3D	01/08/2020	54 visitas	5.970

11. OTRAS PLATAFORMAS Y WEBS

A continuación, se citan otras plataformas y webs que también han sido citadas en las encuestas y entrevistas, aunque con menos frecuencia. Para cada una, se ha comprobado la existencia de foros con el fin ampliar la difusión de la encuesta.

Nombre y URL	Descripción	Foro	Otros comentarios
SketchUp forums.sketchup.com/	Programa de modelado 3D. Encuesta compartida el 02/08/2020. 107 visitas y 0 comentarios.	Sí	Se compartió en el grupo <i>SkechUp</i> por ser el más general
IKEA Hackers www.ikeahackers.net/	Página independiente de IKEA que hackea y transforma sus productos	No	Sólo permite subir hacks y comentarlos
GitLab forum.gitlab.com/	Software colaborativo que se basa en Git. Encuesta compartida el 02/08/2020. 82 visitas y 2 comentarios.	Sí	Se compartió en el grupo <i>Community</i>
My Mini Factory www.myminifactory.com/es/	Ecosistema descentralizado para compartir diseños imprimibles en 3D	No	Sólo deja comentar en archivos
WikiHouse www.wikihouse.cc/	Proyecto open-source para diseñar y construir hogares sostenibles	No	-

Dado que la versión en inglés de la encuesta también tenía en cuenta a profesionales del diseño industrial, se decidió incluir a este perfil en el proceso de difusión. Por ello, se buscó la colaboración de asociaciones internacionales de diseño a través de correos electrónicos dirigidos a éstas. La búsqueda comenzó dirigiéndose a WDO (World Design Organization) y BEDA (The Bureau of European Design Associations). Tras esto, se realizó una consulta de los miembros de ambas para hacer una recopilación de asociaciones a las que enviar la encuesta. El criterio que se siguió para escoger las asociaciones fue que se dedicaran al diseño industrial, descartando así a todas aquellas que centraban su actividad en otras disciplinas. Por otra parte, también fueron descartadas las empresas privadas y universidades, centrando así la difusión en profesionales del diseño que pudieran aportar un punto de vista práctico. En las siguientes tablas se enumeran en detalle las asociaciones escogidas:

ASOCIACIONES BEDA (EUROPA) – 20 asociaciones

Asociación	País	Correo	Persona de contacto	Respuesta
BEDA	Europa	office@beda.org	-	No
Designaustria	Austria	service@designaustria.at	Severin Filek	No
Wallonie Design	Belgium	info@walloniedesign.be	Clio Brzakala	No
Danish Design Centre	Denmark	ddc@ddc.dk	Anne Christine Lyder Andersen	Sí
Estonian Association of Designers (EAD)	Estonia	edl@edl.ee	Ilona Gurjanova	No
Ornamo Art and Design Finland	Finland	office@ornamo.fi	Salla Heinanen	No
Agence pour la promotion de la création industrielle	France	contact@apci-design.fr	Lucille Galindo	Sí
German Design Council	Germany	info@german-design-council.de	Lutz Dietzold	No
Hungarian Design Cultural Foundation	Hungary	info@magyardesign.org	Ferenc Sebestény	No
Design & Crafts Council Ireland (DCCI)	Ireland	communications@dcci.ie	Louise Allen	No
Association for the Industrial Design (ADI)	Italy	info@adi-design.org	Fabrizio Pierandrei	No
Lithuanian Design Forum	Lithuania	info@dizainoforumas.lt	Gražina Bočkutė	No
Association of Dutch Designers (BNO)	Netherlands	info@bno.nl	Dymphy Smeets	Sí
Association of Industrial Designers in Poland (SPFP)	Poland	spfp@spfp.org.pl	Daniel Zieliński	No
Slovene Designers Association (DOS)	Slovenia	dos@dos-design.org	Vesna Brekalo	No
Barcelona Centro de Diseño (BCD)	Spain	info@bcd.es	Isabel Roig	No
Asociación de Diseñadores Profesionales (ADP)	Spain	adp@adp.cat	Manel Martínez	Sí
Red Española de Asociaciones de Diseño (READ)	Spain	info@designread.es	-	No
Swiss Design Association (SDA)	Switzerland	sda@swiss-design-association.ch	Ruth Leuenberger	Sí
Design Council	United Kingdom	info@designcouncil.org.uk	Sarah Weir	No

Como se puede ver en la tabla, se han indicado en **rojo** las asociaciones que no respondieron al email enviado, en **amarillo** aquellas que respondieron, pero no compartieron la encuesta, y en **verde** aquellas que respondieron y colaboraron en la difusión entre los miembros de la asociación.

En cuanto a los miembros de WDO, encontramos asociaciones de todos los continentes. No obstante, las asociaciones europeas ya habían sido contactadas a través de BEDA. En cuanto al resto de continentes, se descartaron las asociaciones de África, América Latina y Oceanía por ser pocas y no cumplir con los criterios establecidos, quedando así únicamente por contactar una selección de asociaciones de Asia y Norteamérica.

ASOCIACIONES WDO (ASIA) – 8 asociaciones

Asociación	País	Correo	Respuesta
WDO	Mundial	office@wdo.org	No
China Industrial Design Association	China	widc@vip.163.com	No
Shenzhen Industrial Design Profession Association	China	service@szida.org	No
Hong Kong Designers Association	Hong Kong	info@hongkongda.com	No
Japan Industrial Designers' Association	Japan	jidasec@jida.or.jp	No
Korea Association of Industrial Designers	South Korea	kaid@kaid.or.kr	No
Chinese Industrial Designers Association (CIDA)	Taiwan (Chinese Taipei)	service.cida@gmail.com	No
Industrial Designers Society of Turkey	Turkey	info@etmk.org.tr	No

ASOCIACIONES WDO (NORTH AMERICA) – 3 asociaciones

Asociación	País	Correo	Respuesta
Association of Canadian Industrial Designers	Canada	info@designcanada.org	No
Association des Designers Industriels du Québec	Canada	info@adiq.ca	No
Industrial Designers Society of America	EEUU	idsa@idsa.org	No

ANEXO IV: ENTREVISTAS

En este apartado están las respuestas individuales de las 13 entrevistas que se realizaron a expertos de diseño de producto en la cultura maker. No se trata de transcripciones literales de sus respuestas, sino de anotaciones tomadas en cada uno de los apartados de las entrevistas que muestran cuáles fueron las respuestas particulares de cada entrevistado respecto a los temas tratados. Las respuestas se muestran de acuerdo a los diferentes apartados de las entrevistas: *prosumer*, *diseño modular*, *metodología*, *resultados*, *experimentación* y *otros comentarios*. Las personas entrevistadas han sido agrupadas en tres perfiles diferentes: *Investigadores y personal universitario*, *Proyectos maker de co-creación* y *Fab Labs y Asociaciones maker*. Algunos de los entrevistados encajaban en más de un perfil. No obstante, se han agrupado de acuerdo al perfil que más nos podía aportar en la realización de la entrevista.

Investigadores y personal universitario

Manuel Martínez Torán (Universidad de Valencia)

Manuel Martínez Torán es profesor Titular de la Universitat Politècnica de València (UPV, España). Imparte docencia de diseño industrial y en el Máster en Tecnologías Interactivas y Fabricación Digital. Es investigador en el Centro de Gestión de la Calidad y del Cambio, director de Fab Lab Valencia y miembro de la Red Española de Creación y Fabricación Digital (CREFAB). Ha desarrollado su actividad docente e investigadora en paralelo a su trabajo como diseñador y analista de diseño, con proyectos relacionados con la creatividad (design thinking), la creación y la fabricación digital. La entrevista a Manuel Martínez fue realizada el día 24 de octubre de 2019 a través de una videoconferencia.

1. PROSUMERS

El término *prosumer* fue acuñado por Alvin Toffler y se refiere a la combinación de *productor* y *consumidor*, es decir, aquel usuario que consume lo que produce. En la actualidad esta definición estaría relacionada con términos como *maker* o *customización masiva*. En el caso del usuario maker, es frecuente el

uso de herramientas de comunicación, como Internet, para compartir información en diferentes espacios. Los makers suelen ser personas especializadas en electrónica, diseño, informática o simplemente aficionados autodidactas. Todos ellos tienen una gran motivación e interés por lo que hacen, lo que da lugar a un modelo educativo que se basa en la idea de que “el ser humano aprende mejor construyendo” (método Montessori). La idea es construir sus propias ideas motivados por la propia satisfacción y necesidad personal. Además, la filosofía maker genera proyectos transformables cuyo objetivo no es el beneficio económico, sino generar un concepto y democratizarlo (Open Access), dando lugar a un acomodamiento de técnicas para todo el mundo. Es por esto que existe un sentimiento colectivo debido al espíritu de orgullo y el deseo de mostrárselo a los demás (Do It Together), dando lugar a eventos como ferias maker que tienen lugar en todo el mundo.

2. DISEÑO MODULAR

El diseño modular nos permite percibir las posibilidades o alternativas de un proyecto. Su principal desventaja es que no se puede aplicar con facilidad en cualquier tipo de

proyecto, no todo puede ser tan multifuncional, lo que supone una limitación. Se pueden encontrar algunos ejemplos de diseño modular en el sector mobiliario (IKEA), específicamente en productos y sistemas para niños, que poseen la medida justa de modularidad. Otra tendencia donde se está aplicando el diseño modular es en la domótica, pero todavía queda mucho desarrollo en este ámbito. Finalmente, plantear la modularidad como un objetivo o necesidad puede crear limitaciones en el desarrollo del producto si no se hace de la forma correcta.

3. METODOLOGÍA

El proceso creativo actual surge de la combinación de metodologías centradas en el Design Thinking. En el caso específico de los usuarios maker, suelen seguir una serie de pasos basados en tres fases: ideación, prototipado y conceptualización. En este caso, la interacción con el producto tiene una gran importancia, donde no sólo se prototipa, sino que se experimenta y se construye pensando en el usuario final (proceso iterativo). No obstante, el punto de partida no es el mismo en todos los proyectos, éste variará en función del perfil del usuario. En este aspecto, existe un contexto sociológico muy diferente. El usuario maker desarrollará una idea que le satisface personalmente, no lo hará con una orientación hacia el mercado como en el caso de un diseñador profesional.

4. RESULTADOS

A priori podría resultar de interés por su aplicación, pero debería ser Open Access para que cualquier usuario pudiera tener la posibilidad de modificarla, de modo que no fuera una herramienta cerrada. La modularidad es accesibilidad, y por ello el modelo a desarrollar no debe ser accesible solo para los usuarios finales sino también para los fabricantes. El objetivo es responder de forma óptima a las necesidades detectadas y acercarse así a la realidad de uso. Algunos ejemplos de métodos similares los encontramos en proyectos ya desarrollados. Uno de ellos es *Arduino*, que deja a disposición

de los usuarios el material, pero depende de ellos la forma de usarlo haciendo que el resultado cambie. Otro ejemplo es el de plataformas online de co-creación, como es el caso de *Opendesk* o *WikiHouse*, que ponen a disposición del usuario recursos de libre acceso. Finalmente, un ejemplo más es el de *Prusa* una empresa de impresoras 3D Open Source que pone en abierto el sistema de sus impresoras para que sean los usuarios quienes lo monten. Esto ha dado lugar a la creación de una comunidad importante.

5. EXPERIMENTACIÓN

En general, cualquier Maker Space podría servir pues sus usuarios son personas muy abiertas y colaborativas, por lo que el uso del modelo a desarrollar tendría cabida en su actividad. El objetivo sería conseguir lo mismo que otros proyectos como *Arduino*, *OpenDesk* o *Prusa*. Quien utiliza ya estas herramientas tiene un perfil muy cercano a quien las crea.

OTROS COMENTARIOS:

En cuanto a la comercialización, un maker por lo general no busca un beneficio económico. Sin embargo, existen proyectos en los que su forma de comercializar el producto o servicio ha sido incluyendo una parte de aprendizaje, por ejemplo, enseñando a los usuarios a través de tutoriales. De este modo, podríamos diferenciar tres objetivos diferentes en la actividad de un maker: la comercialización a través de un startup donde divulgan su idea y otros la compran; compartir la idea libremente a través de espacios y plataformas colaborativas; y disfrutar el resultado para él solo, por beneficio propio. En el primer caso, las propuestas más valiosas se ponen en *residencia*. A pesar de que actualmente los Maker Spaces no se han enfocado al emprendimiento, sí es cierto que la tendencia puede cambiar, dando lugar en ocasiones a una finalidad empresarial. Al final, el objetivo siempre debe ser escuchar las necesidades de los usuarios para satisfacerlas mejorando o creando nuevos productos y servicios.

Enrique Torres (Universidad de Zaragoza)

Enrique Torres es profesor en el Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas (DIIS) de la Universidad de Zaragoza. Sus intereses de investigación incluyen la microarquitectura de procesador, la jerarquía de memoria y la arquitectura de computadora paralela. Es miembro del Instituto Internacional de Informática (ICSI), de la IEEE Computer Society, del Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón (I3A) y del European HiPEAC NoE. Paralelamente a su labor como docente e investigador, tiene una estrecha relación con la cultura maker tanto a nivel personal, como profesional a través de su activa participación y colaboración en proyectos como *Escornabot* o *Make It Special*. La entrevista a Enrique Torres fue realizada el día 2 de octubre de 2019 en el Edificio Ada Byron de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza.

1. PROSUMERS

Un *prosumer* es un consumidor profesional que consume una gama media/alta de una tipología concreta de productos como, por ejemplo, una cámara fotográfica. No es un término que se utilice mucho. Para referirse a las personas “manitas” con inquietudes se utiliza más el término *maker*. Este concepto se basa en la filosofía DIY y su objetivo es resolver sus propias necesidades (autoconsumo) o las de terceras personas. Buscan el volumen porque, acostumbrados a desarrollar la parte intangible de los productos (electrónica, programación...), les gusta saltar a la parte tangible. Esto ocurre sobre todo en perfiles que trabajan menos con la parte física. Los productos y prototipos construidos por makers pueden responder a una mera curiosidad para ver cómo funciona. Aunque también desarrollan productos que pueden costarles el mismo precio que en el mercado, pero tienen una mayor calidad o, por lo contrario, tienen la misma calidad, pero un menor coste económico por haberlo hecho

ellos mismos. En este caso, se puede diferenciar a los makers que hacen sus propios productos o modificaciones por hobby o por necesidad. De igual modo, si diseñan para otras personas lo harán diferente que para ellas mismas. Además, asumen sus propios riesgos y no comercializan.

2. DISEÑO MODULAR

El diseño modular consiste en partir el problema en diversas partes para poder afrontarlo mejor. Es decir, “modularizar” los retos para poder manejarlos. En un sentido más formal, el diseño modular se basa en la estandarización. Este tipo de diseño es capaz de crear niveles de abstracción, se trata de un proceso previo. Por ejemplo, en el ámbito de la informática se utiliza con mucha frecuencia. Dentro de este proceso, primero estaría la fase de crear los entes (o módulos) para luego, en la segunda fase, formarlos como objetos entendibles por separado. Es decir, independientes, compatibles e intercambiables. El diseño modular forma parte de una mete ingenieril y es “posterior”, es decir, cuando algo no se puede abarcar, entonces se parte. Por ello requiere de una evaluación previa para cuestionarse las cosas y querer cambiarlas.

3. METODOLOGÍA

El actual proceso sigue un procedimiento en el que se detecta una necesidad, se lleva a cabo un análisis y, finalmente, se actúa. Por otra parte, otros procesos muy utilizados se basan en la observación y la copia, imitar para aprender o rediseñar a través de la abstracción. En todos ellos, debido a su importancia para el resultado final, se tienen en cuenta las especificaciones (EDP's) y limitaciones de cada proyecto, y se lleva a cabo un aprendizaje que dura todo el proceso. En este aspecto, encontramos que estos procesos tienen tres objetivos diferentes basados en analizar, imitar y aprender. Además, por lo general sólo se integra el diseño de producto en lo puramente necesario. Los proyectos se van

modificando sobre la marcha, siempre teniendo en cuenta el conocimiento previo (si lo hay). En conclusión, no existe una metodología global muy desarrollada, en su lugar existe una metodología muy básica que consiste en hacer un análisis previo al proyecto para pensar en cómo resolverlo. En general, los makers sólo imitan, modifican... no crean desde cero. En cuanto a la documentación del proceso, la filosofía maker aboga por hacerlo y compartir los recursos con la comunidad. No obstante, existe otro perfil de usuarios que deciden no documentar debido al trabajo extra que les supone y a que, si ya lo han usado para ellos, no les aportará ningún beneficio más.

4. RESULTADOS

La modularidad y la estandarización son realmente importantes en este tipo de proyectos. En general, cualquier proyecto te va a obligar a modularizar. Ya utilizan diferentes tipos de métodos basados en copiar, modificar o crear, aunque no sean conscientes de que los están utilizando.

OTROS COMENTARIOS:

Ejemplo de proyecto maker personal: lámpara móvil. La mitad de los elementos eran comprados (como la tulipa) y la otra mitad fabricados (módulo, barra...). Tuvo en cuenta aspectos como las especificaciones, la idea, el material, las modificaciones posteriores, su integración, usabilidad, posibles mejoras...

Francisco Sanz (Bifi)

Francisco Sanz es director ejecutivo de la fundación nacional de Ciencia Ciudadana IBERCIVIS, con sede en Zaragoza. Se licenció en Matemáticas en la Universidad de Zaragoza, donde también obtuvo el DEA en Mecánica Computacional. Desde 2008 trabaja y es miembro del Instituto de Biocomputación y Física de Sistemas Complejos (BIFI) en Ciencia Ciudadana, participando en diversos proyectos europeos de la citada área. Actualmente coordina los Laboratorios César en Etopia –once

laboratorios ciudadanos fruto del convenio de la Universidad de Zaragoza y del Ayuntamiento de Zaragoza-, espacios de investigación abiertos a la ciudadanía en su conjunto. La entrevista a Francisco Sanz fue realizada el día 9 de octubre de 2019 en el Edificio Torres Quevedo de la Escuela de Ingeniería y Arquitectura de la Universidad de Zaragoza.

1. PROSUMERS

El término *prosumer* no es muy conocido puesto que apenas es utilizado fuera del ámbito académico. De acuerdo a su definición (productor y consumidor), otros términos relacionados serían *maker* o *hacedor*. A este tipo de usuario le define la reconversión y existen una serie de perfiles profesionales que abundan en esta corriente. El primero sería el *informático*, quien se hace maker para poder pasar de lo intangible a lo tangible. En segundo lugar, se encontraría el *electrónico*, quien busca hacer el “envoltorio” de sus creaciones. En ambos casos, se trata de gente curiosa que quiere conocer otros ámbitos. En tercer lugar, encontraríamos al *diseñador* que es un perfil que abunda menos que los dos anteriores pero que posee conocimientos de diseño y desarrollo de producto. Finalmente, estaría un grupo *miscelánea* compuesto por diversos perfiles profesionales. Un ejemplo es el perfil de *biólogo*, que ha dado lugar a un nuevo movimiento que empieza a surgir con plataformas que poseen la misma dinámica que las ya existentes, generando una red de laboratorios unidos y comunicados (Wetlab, DIYBio). Por otra parte, podemos encontrar dos tipos de makers según sus motivaciones. El primero, a quien le importa más el proceso que el resultado, pues lo hace por *hobby*. Y el segundo, que fabrica cosas útiles para él u otras personas por *necesidad*.

2. DISEÑO MODULAR

El diseño modular se basa en la reutilización y el intercambio de piezas o módulos tanto dentro de un mismo producto como entre productos diferentes. Un ejemplo

de proyecto modular es el que se hizo en la Escuela Superior de Diseño de Aragón (ESDA) para diseñar casetas de pájaros. En este caso, la modularidad era una especificación de diseño desde el comienzo del proyecto y su objetivo era que el resultado se pudiera adaptar a diversos animales como lagartos, pájaros y murciélagos. El proyecto también incluía una parte electrónica (modular) que detectaba la presencia del animal a través de sensores. Además, debía ser fácil de programar para los ciudadanos, incluidos niños, por lo que utilizaba un el código informático basado en módulos. Otro ejemplo de proyecto modular combina la educación especial con el mundo maker para crear productos adaptables. En este caso, la modularidad surgió durante el desarrollo del proyecto para adaptar soluciones. Los profesores se involucran y se hacen “makers” para crear productos adaptados a las necesidades de sus alumnos como, por ejemplo, los interruptores.

3. METODOLOGÍA

El proceso creativo que más abunda en este contexto es el rediseño y la copia. En general, los métodos se basan en realizar modificaciones a través de herramientas y plataformas como Arduino, Raspberry, Opendesk (mobiliario) o Thingiverse (plataforma con archivos descargables y modificables). Los usuarios que forman parte de una comunidad diseñan para compartirlo en plataformas, y en ocasiones colaboran en concursos como es el caso de Hackaday. No existe un método definido, aunque sí que siguen un proceso común que consiste en analizar, observar, modificar, solucionar y mejorar. El nivel de modificación siempre dependerá del proyecto. Estos usuarios se esfuerzan para conocer todos los ámbitos e intentar integrarlos en sus proyectos, ya sea a nivel individual o grupal. En general, la comunidad busca que haya una transmisión de conocimientos. En este caso, se observa que perfiles como el informático y el

electrónico están mucho más habituados a compartir que los perfiles de diseñadores.

4. RESULTADOS

Los usuarios están abiertos a mejorar. Les preocupa que sus productos que queden en el “cajón desastre”, quieren mejorar su presencia y el resultado final a través del diseño de producto. Por ello, buscan y necesitan incluir el diseño puesto que lo consideran de gran importancia para marcar la diferencia.

5. EXPERIMENTACIÓN

El proyecto Make It Special podría ser un buen campo de pruebas para el modelo a desarrollar. Se trata de un proyecto que combina la educación especial con el mundo maker para hacer que los profesores y usuarios interesados puedan resolver sus propias necesidades de forma autónoma. El objetivo es poder replicar el proyecto en el resto de Fab Labs de España. ¿Y si el modelo a desarrollar se enfoca a usuarios que todavía no son prosumer ni maker?

OTROS COMENTARIOS:

La modularidad está intrínseca en la cultura maker. Hay que tener en cuenta que los makers se basan en modificaciones. Por ello, el diseño modular es un concepto importante, interesante y fundamental. Un ejemplo de ello lo encontramos con la herramienta Arduino que se basa en la modularidad de sus componentes para democratizar y facilitar el acceso a la electrónica a usuarios no especializados. Por otra parte, encontramos el caso de Escornabot, un robot para niños también basado en la modularidad por todas las modificaciones que conlleva. La incorporación del diseño en el mundo maker ha ido “in crescendo” en los últimos años respondiendo a una necesidad que es todavía latente.

Rebeca Cavero (Etopia)

Rebeca Cavero es gestora y mediadora cultural. Diplomada en Ciencias Empresariales y especializada en Comunicación Audiovisual y Gestión de Proyectos, actualmente es la coordinadora de los Laboratorios César, ubicados en el Centro de Arte y Tecnología (Etopia) de Zaragoza, donde trabaja como técnico de apoyo a la investigación. Además, también desarrolla proyectos culturales y didácticos para niños, relacionados principalmente con el arte, el patrimonio y el uso de las nuevas tecnologías. La entrevista a Rebeca Cavero fue realizada el día 16 de octubre de 2019 en los Laboratorios César ubicados en el Centro de Arte y Tecnología de Zaragoza (Etopia).

1. PROSUMERS

El uso del término *prosumer* es prácticamente nulo en el ámbito *maker*, por lo que no es conocido por muchos usuarios. Buscando una definición, se entiende que *prosumer* es el usuario que produce lo que consume, pero que de no producirlo lo compraría igualmente. Esta sería la diferencia principal con la figura de *maker*, que la incluiríamos dentro de *prosumer*. Es decir, todos los *makers* son *prosumer* pero no todos los *prosumer* son *maker*. Otros nombres que se utilizan en su lugar por ser más comunes, aparte de *maker*, son *hackers*, *hacedores*... Les define la curiosidad, se hacen preguntas constantemente, aprenden de otras disciplinas, se comunican y colaboran entre ellos a pesar de que muchos trabajen de forma individual. Podríamos diferenciar dos tipos: los que lo hacen por hobby y los que lo hacen por necesidad. En el primer caso lo harían por *curiosidad*, para aprender y entretenerse durante el proceso de creación. Sin embargo, en el segundo caso lo harían con el fin de obtener un resultado *funcional* que resuelva una necesidad determinada. Por otra parte, encontramos que, a pesar de ser usuarios muy comunicados a través de redes y plataformas, no están tan comunicados de forma presencial. En algunos talleres dedicados a

este perfil de usuario, como es el laboratorio ubicado en Etopia que está abierto a todo el público dos días a la semana, encontramos que la afluencia de usuarios no acaba de crecer. Esto es porque muchos usuarios adquieren sus propios equipos y hacen sus creaciones individualmente y desde casa, aunque luego las compartan en la red.

2. DISEÑO MODULAR

Es el diseño de un producto a través de módulos independientes. Es conocido por las ventajas que aporta y resulta de gran importancia por la frecuencia con la que se utiliza. La práctica *maker* se basa en el diseño modular ya que siempre se acaba aplicando, aunque sea impremeditada y parcialmente. Prácticamente todos los proyectos presentes en el taller de Etopia tenían alguna parte modular o lo eran totalmente, resulta necesario en la práctica. Suele surgir en el desarrollo, aunque también hay proyectos en los que es una especificación de diseño inicial (EDP). Es empleado por su facilidad de recambio, actualización, adaptación... pues los productos están “vivos” y cambian de forma constante.

3. METODOLOGÍA

Los procesos más utilizados son el rediseño o la copia, puesto que los proyectos se basan en observar e imitar, incluyendo en ocasiones variaciones. Se podría distinguir dos tipos de usuarios según el proceso que utilizan: los que replican otros proyectos copiando y fabricándolos; y los que crean sus propios productos desde cero, añadiendo elementos, modificando, experimentando y actualizando. En general, los *makers* no siguen ninguna metodología definida, simplemente siguen un proceso de prueba y error. No obstante, cada vez piensan más en el resto de ámbitos. Por ejemplo, el taller de Etopia incluye carpintería, impresión 3D, electrónica, e incluso costura. Esto se debe a la demanda de los usuarios, que se mueven de una sección a otra, aunque sean sólo expertos en una de ellas. Buscan cada vez más la capacidad de finalizar el producto por

completo. Muchos usuarios, sobre todo los que no se autodenominan makers, no suelen documentar los resultados, aunque a menudo utilizan el Open Access para acceder a otros. Sin embargo, sí que los comparten entre los que se conocen. En este caso también encontraríamos diferencia entre los usuarios que lo hacen por hobby y crean algo para ellos mismos sin llegar a compartirlo, y quienes diseñan para otros, buscando la funcionalidad y compartiendo el proceso para que otros usuarios sean capaces de replicarlo.

4. RESULTADOS

El desarrollo de un modelo de diseño modular les resulta de gran interés puesto que es algo que ya se hace, pero de forma inconsciente, y que ha demostrado tener grandes ventajas en el ámbito maker. Por este motivo, estarían dispuestos a utilizarla, sobre todo en las fases iniciales y con nuevos prosumers que se inician en el mundo maker. De hecho, el proyecto podría estar enfocado a un nicho que es la búsqueda de nuevos prosumers, aunque luego el método pueda y deba ser utilizado por todos, tanto nóveles como expertos.

5. EXPERIMENTACIÓN

El taller de Etopia puede resultar de gran interés para realizar un análisis y observación previos, ver cómo trabajan y buscar posibles

colaboraciones puesto que existen muchos proyectos modulares. Otra opción puede ser hacer una colaboración entre másteres de la universidad donde la fase de prototipado y fabricación se lleve a cabo allí. El objetivo sería atraer a diferentes disciplinas para introducirlos al mundo maker y que colaboren entre ellos en un futuro. En este aspecto, el modelo a desarrollar es muy útil y necesario a diferentes niveles, aunque debería ser fácil de aplicar para introducir así nuevos makers. Además, no debería estar enfocado a perfiles profesionales, pues ellos ya se desenvuelven sin dificultad. Tendría que captar nuevos usuarios para introducirlos en la cultura de una forma fácil y atractiva que aporte resultados eficientes.

OTROS COMENTARIOS:

Se ha hablado de algunos proyectos de interés que podrían encajar en el proyecto. Estos son los siguientes: juegos para adolescentes con necesidades especiales (Make It Special); WikiHouse que son casas modulares hechas con piezas de madera cortada por láser; proyecto de casas para pájaros de la ESDA; Escornabot; taller de lámparas modulares de metacrilato y madera que tuvo mucho éxito; mobiliario modular (la mayoría, pues lo cortan a láser y lo montan después); y, finalmente, la impresión 3D (se imprimen muchos módulos).

Proyectos maker de co-creación

Mario Melendo (WikiHouse)

Mario Melendo es físico y facilitador del proyecto *WikiHouse*, un sistema de construcción fabricado digitalmente cuyo objetivo es permitir que cualquiera pueda diseñar, fabricar y ensamblar casas de alto rendimiento que se adapten a sus necesidades. En 2017 participó en la construcción de la primera *WikiHouse* de los Países Bajos y actualmente está trabajando en contribuir a su difusión y desarrollo. En septiembre, su proyecto *La Cueva Digital* fue seleccionado en el concurso que lanzó Open

Urban Lab para dotar al edificio de telecabina de un nuevo uso basado en la fabricación digital y el código abierto. La entrevista a Mario Melendo fue realizada el día 8 de noviembre de 2019 en el Edificio Paraninfo de la Universidad de Zaragoza.

1. PROSUMERS

Prosumer es la suma de productor y consumidor (DIY), aunque no es un término que se utilice con frecuencia en el contexto real. Para referirse a ese tipo de usuario se

utiliza el término *diseñador*, aunque puede que se adapte más *maker*. Un *maker* es una persona versátil que se mueve por la curiosidad y el interés por aprender en ámbitos como la electrónica o la informática. Se encargan de llevar a cabo todo el proceso de creación de un producto, ya sea en sus propias casas o en espacios compartidos como los Fab Labs, integrando todos sus conocimientos en él. Su motivación puede estar causada por una necesidad o por curiosidad. Por otra parte, asesoran y explican a otros usuarios, pero no siempre comparten sus creaciones. En según qué ámbitos y proyectos existe cierto miedo a compartir. Por ejemplo, algunos casos de startups necesitan obtener un beneficio económico para poder continuar con su actividad. Un ejemplo de ello es OpenDesk, que antes tenía todo su mobiliario de libre acceso, pero ahora no todos los archivos están disponibles, aunque ofrecen descuentos por hacerlos. Por ello es de gran importancia estar actualizado constantemente y saber qué hay en el mercado.

2. DISEÑO MODULAR

Es la repetición de un elemento unitario para hacer crecer algo (producto). Esto aporta grandes ventajas en aspectos importantes como la flexibilidad, el crecimiento, el desmontaje, el traslado y la versatilidad. Dentro del proyecto de *Wikihouse*, el diseño modular está muy presente en la domótica, pero sobre todo en la construcción de las viviendas. La idea inicial no era modular, la modularidad surgió en la aplicación real: fue una mejora. De este modo, ahora los módulos son como “costillas” estandarizadas que permiten modificar el resultado final. Otro ejemplo de proyecto modular es el de *Raspberry*, que utiliza la plataforma de producto para tener recursos Open Source. En general, el diseño modular debería ser algo natural que nos permita crear una tendencia hacia la producción local, por lo que debería existir más conocimiento en ese entorno. Por ejemplo, el mobiliario de Ikea tiene cierta modularidad que permite que sus productos sean más duraderos y adaptables. En

conclusión, el diseño modular se puede aprovechar en muchos campos.

3. METODOLOGÍA

Wikihouse se basa en la copia y el rediseño, pues un usuario puede coger la base de la casa y luego terminar de completarla y adaptarla a sus necesidades. Por ello, este proyecto cuenta con un apartado de I+D+i para completar los proyectos existentes y aportar nuevas ideas. Las nuevas ideas o cualquier nuevo elemento que precise la construcción (canalizaciones, placas solares...) se incorpora en base al diseño modular. Por ello el principio de *Wikihouse* es “coger algo que ya funciona y adaptarlo a tus necesidades”. Es por esto que el rediseño es el proceso más utilizado en este proyecto, donde se generan evoluciones de algo que ya existe. Otro método común se basa en seguir los siguientes pasos: ver una necesidad mal cubierta, diseñar una solución y prototiparla para ver su funcionamiento. En cuanto a la documentación de los resultados, es algo que a los usuarios les cuesta, por lo que buscan hacerlo de forma fácil y resumida.

4. RESULTADOS

Resulta interesante porque el diseño modular que ya se aplica (casas, domótica...) y tiene beneficios reales en la actualidad. Además, las generaciones venideras estarán más preparadas para esto, por lo que es fácil que tenga cabida y una buena aceptación. A pesar de las diferencias entre los perfiles de *maker* (afición) y *prosumer* (necesidad), el modelo a desarrollar puede ser utilizado por ambos para su propio beneficio. No obstante, una metodología muy generalizada se puede quedar demasiado abierta y no adaptarse lo suficiente a las diferentes circunstancias. A pesar de ello, ya existen otras metodologías y sería probable que los usuarios la utilizaran.

5. EXPERIMENTACIÓN

Este modelo tendría cabida en la nueva línea de mobiliario a pequeña escala que está desarrollando *Wikihouse* en Holanda. De hecho, ya han desarrollado una estantería modular y

tienen intención de desarrollar muebles desmontables y transportables basados en la parametrización (“transformers”).

Pablo Rubio (Escornabot)

Pablo Rubio es colaborador del proyecto OpenSource *Escornabot*. Se trata de una iniciativa que busca llevar la robótica educativa de manera libre a cualquier profesor y profesional que lo necesite para ayudar tanto a niños como a adultos. Administrativo de formación, su interés por el mundo maker y en particular por los drones, la impresión 3D y la robótica infantil, ha hecho que durante los últimos años se haya especializado en este ámbito. Posee un Máster en Drones e Impresión 3D en UDIMA y su método de trabajo se basa en documentar los proyectos que hace para que cualquier persona los pueda replicar. La entrevista a Pablo Rubio fue realizada el día 15 de noviembre de 2019 en el Edificio Paraninfo de la Universidad de Zaragoza.

1. PROSUMERS

Prosumer es un término que no se utiliza, por lo que muchas personas no lo habían oído antes. En su lugar se emplea la palabra *maker*, para referirse a los usuarios que “hacen cosas”. Los makers son personas que quieren aprender a través del libre acceso, lo que les proporciona un aprendizaje rápido con pocos recursos. También les define su afición por lo que hacen, compartir sus proyectos y ser personas altruistas que quieren aportar algo a la sociedad. En cuanto al lugar donde desarrollan su actividad, muchos empiezan por su cuenta en sus propias casas para “trastear”. Se mueven mucho en redes sociales y foros como *Thingiverse* o *GitHub* para ayudar a otros de forma desinteresada. En este caso, se observa que muchos usuarios empiezan trabajando por hobby, pero luego lo hacen para cubrir una necesidad. Parte de compartir lo que hacen, es extrapolar los resultados de unos proyectos a otros a través de una red de colaboración cuyo objetivo es cubrir necesidades eficientemente a través de diferentes perfiles de usuarios. Estos perfiles

pueden corresponder a distintas disciplinas que van desde artesanos, informáticos y electrónicos hasta artistas audiovisuales, pedagogos y médicos.

2. DISEÑO MODULAR

El diseño modular se basa en la construcción por módulos, lo que da lugar a productos adaptables que pueden separarse en piezas para hacer frente a nuevas pruebas y funciones. Un ejemplo de diseño modular es el proyecto *Escornabot*. Unido con Arduino, se le pueden añadir sensores y nuevas funciones sin tener que ser desmontado. Se trata de un proyecto de acceso libre para todo el mundo, tanto por sus piezas físicas como por su programación. El objetivo es que llegue al mayor número de personas posible. Para ello, cuenta con un equipo de expertos que están desarrollando una aplicación, su programación y otras funcionalidades que lo hacen accesible, fácil de fabricar y barato (cada *Escornabot* cuesta unos 15€), pues su objetivo no es obtener un beneficio económico. Además del proyecto *Escornabot*, podemos encontrar numerosos ejemplos de diseño modular en productos como drones, aplicaciones o juguetes infantiles.

3. METODOLOGÍA

El proceso creativo más común entre los makers es el rediseño ya que su filosofía se basa en evolucionar. Por este motivo, las ideas totalmente nuevas son escasas, pues los resultados suelen ser versiones de algo ya existente o réplicas mejoradas. El método más generalizado sigue cuatro pasos principales: observar, analizar, probar y crear. Durante todo el proceso se realiza un trabajo de detección de necesidades, preguntas a expertos y pruebas con el usuario final. En este aspecto, podemos diferenciar tres variantes metodológicas: la primera, que consiste en observar, rediseñar y crear; la segunda, donde se descargan archivos creados por otro usuario, se materializa y se realizan modificaciones; y la tercera, basada en compartir, hacer feedback y probar el resultado con el usuario. Como se puede

observar, la co-creación es muy importante para crear buenos resultados, sobre todo cuando se hace partícipe al usuario final, aunque esto no es siempre lo habitual. En cuanto a los resultados, se pueden diferenciar los proyectos colaborativos de libre acceso, de los productos que buscan un beneficio económico. Finalmente, existe un problema a la hora de compartir los resultados. No es algo estandarizado, por lo que la forma de documentar es muy diversa y muchas veces se deja de documentar datos importantes como el material, el tiempo o los pasos a seguir. Es necesario encontrar la forma de hacer esto sencillo para fomentarlo.

4. RESULTADOS

Resulta muy interesante porque actualmente se necesita que los usuarios, tanto los actuales como los nuevos, sea capaces de crear sus propias cosas a pesar de no tener todos los recursos. La propuesta es ideal por su aplicabilidad en numerosos productos (algunos de ellos podrían ser en móviles, gafas de ver, lapiceros...), resulta de gran utilidad. Se ha demostrado que el diseño modular es muy utilizado por sus ventajas en

gran cantidad de proyectos, aunque se haya implementado de forma inconsciente. El desarrollo de un modelo en este ámbito tiene una gran cabida, pues normaliza algo que ya se hace. No obstante, es necesario que los usuarios dependan en cierto modo de la empresa o persona que lo crea, como se ha visto en el caso de otros proyectos similares.

5. EXPERIMENTACIÓN

La propuesta tiene cabida en prácticamente todo lo que hacen. Por lo general, los makers están abiertos a experimentar, les encanta probar nuevas ideas. Además, siempre están abiertos a colaboraciones e incluso a utilizar nuevos métodos de trabajo. Una posible experimentación podría ser en el desarrollo de material para niños que están en el hospital. El método podría dar lugar no solo a nuevos productos, sino también a nuevos proyectos (fase conceptual) al detectar módulos relacionando los componentes físicos (motor, led, placa...) con sus posibles funcionalidades y necesidades a cubrir (psicomotriz, visión, habla...).

Fab Labs y asociaciones maker

César García (La Hora Maker)

César García es investigador y divulgador independiente en el ámbito de las nuevas tecnologías, como la Fabricación Digital e Internet de las Cosas. Realiza el podcast "La Hora Maker" en el que entrevista a personas del mundo DIY. Es Ingeniero Técnico de Sistemas y Graduado del programa de Fabricación Digital Fab Academy. Ha impartido clases en numerosas universidades y escuelas de negocios, y ha participado como ponente en conferencias nacionales e internacionales. Trabajó como administrador de sistemas para el Ayuntamiento de Madrid y actualmente está implicado en entidades sin ánimo de lucro como CREFAB, Red Española de Creación y Fabricación Digital, o Makespace Madrid. Algunos de sus objetivos son:

potenciar la red de espacios de fabricación digital, dar a conocer la cultura maker y buscar facilitar la transformación digital de las organizaciones. La entrevista a César García fue realizada el día 27 de diciembre de 2019 a través de una videoconferencia.

1. PROSUMERS

Son usuarios que no sólo consumen productos y contenidos, sino que son capaces de transformarlos y utilizarlos para que se adecúen a sus intereses y necesidades. La palabra *prosumer* no es muy utilizada en el contexto maker, es un término más orientado al concepto de "ciudadano que genera soluciones para su ciudad o su entorno más cercano". Si comparamos los términos *maker*

y *prosumer* encontramos que parte de sus características solapan a nivel conceptual, aunque otras no lo hagan por ser términos diferentes. Por ello, vemos coincidencias en cuanto a la personalización, adaptación y el desarrollo de soluciones a medida.



Figura 16. Coincidencias a nivel conceptual entre los términos “maker” y “prosumer”.

No obstante, es necesario aclarar que no todo *prosumer* tiene que ser *maker* y viceversa. Por ejemplo, si nos centramos en la definición de *maker*, encontramos elementos que no necesariamente tienen que estar presentes en la definición de *prosumer*. Este sería el caso del factor tecnológico, el uso de código abierto o el sentimiento de pertenencia a una comunidad, elementos que en el lado del *prosumer* se perciben menos puesto que no tienen ese interés. Por otra parte, esta diferencia también se aprecia a nivel de espacios. La palabra *prosumer* no está presente en espacios *maker* pero sí dentro de los *Living Labs*, espacios que dan la oportunidad a personas que están a la vanguardia tecnológica para probar cosas nuevas y adaptarlas.

La terminología para referirnos a las personas que hacen intervenciones dentro de los productos que consumen es un poco incierta. Si bien en espacios *maker* se ha normalizado el uso de la palabra *maker* para referirse a ese tipo de usuario, fuera de este ámbito no encontramos un término concreto para ello. En este aspecto el libro *Free Innovation* (Von Hippel, 2016) habla de casos en los que la gente crea y personaliza sus propios productos a través de un ecosistema de innovación informal. Por ello, el término

innovador sería adecuado para referirse a este tipo de usuarios, aunque en nuestro contexto sociocultural (España) existe cierta confusión entre los términos *innovador*, *inventor* y *creador*. De hecho, dentro del mundo *maker* hay una concepción distinta de todo el ecosistema de propiedad industrial e intelectual respecto a lo que se consideraría como el estándar. De este modo, la innovación de una persona se puede valorar en base a sus creaciones y no en base al número de patentes, diseños o marcas que haya producido. Esto guarda relación con el término *Free Innovators* (Von Hippel, 2016), pues muchas veces estos usuarios no tienen ningún incentivo para compartir sus innovaciones, algo que también sucede en el ámbito *prosumer*. Una de las razones por las que no se comparten dichas innovaciones, es la responsabilidad que eso conlleva sobre el diseño compartido (por ejemplo, ¿qué pasa si produce algún daño?). Aquí radica también una de las principales diferencias entre *prosumer* y *maker*, ya que los *makers* cuentan con un ecosistema comunitario que facilita el intercambio de ideas mientras que el *prosumer* no. Además, ambos son usuarios que no pretenden lucrarse económicamente por sus creaciones, sino simplemente obtener un beneficio personal. Por esta razón, uno de los principales retos en este ámbito es la definición de motivaciones y barreras para que un *prosumer* comparta información. Sin embargo, un problema común para todos ellos a la hora de compartir información son los derechos y la protección sobre sus creaciones, sobre todo en el ámbito *maker* donde un mismo diseño se puede compartir en diversos formatos (3D, Hardware...) y modificarse múltiples veces por otros usuarios.

2. DISEÑO MODULAR

La idea del diseño modular está bastante presente en el mundo *maker*, sobre todo en el área de la electrónica. Por ejemplo, el propio modelo de Arduino cuenta con una placa base y una serie de módulos de expansión que amplían las funciones según las necesidades.

Este mismo mecanismo ha sido utilizado también en otras placas electrónicas que ofrecen una serie de conectores estándar para permitir que cualquier usuario pueda fabricar sobre una misma base, lo que ofrece ventajas no sólo en la fabricación sino también en los costes finales. También encontramos ejemplos de diseño modular en otros sectores como el mobiliario, con ejemplos como los muebles modulares mmodulUS (mmodulUS, 2019). Por ello, podemos afirmar que el diseño modular está bastante extendido en el mundo maker, no solo en el campo de la electrónica y la informática, sino también en otros como el mobiliario o el 3D. En este último caso, encontramos herramientas de diseño paramétrico como OpenSCAD que permiten personalizar piezas ya existentes (módulo base) y adaptarlas aplicando cambios basados en parámetros. Sin embargo, existen ciertas diferencias entre los términos *módulo* y *paramétrico*. Así pues, en electrónica podríamos hablar de *diseño modular* mientras que, en producción física, más relacionada con fresado o impresión 3D, el término más correcto sería *diseño paramétrico* donde se diseñan unas piezas con una serie de parámetros base a partir de los cuales se puede personalizar. Por ello en el ámbito del 3D se habla más de *diseño paramétrico* que de *3D modular*. En este aspecto, la conexión entre elementos juega un papel fundamental. Un ejemplo de ello es el proyecto que se popularizó en *Thingiverse* llamado *Free Universal Construction Kit* (UCK, 2019), un kit de interconexión que combina sistemas de piezas modulares (Lego, Tinkertoys, Duplo...) con el objetivo de permitir la compatibilidad entre piezas de diferentes fabricantes. Aquí encontramos que el diseño modular permite saltarse las barreras para crear algo que no existe a partir de otros diseños, es decir, permite *hackear* diseños o productos ya existentes. Otro ejemplo que sigue esta línea dentro del ámbito 3D es el del proyecto *Clone Wars* (RepRap, 2017), cuyo objetivo es que puedas construir tu propia impresora 3D a través de la unión de una serie de piezas estándar y no estándar. En este sentido, el

método de fabricación Shanzai (Wired UK, 2010) diferencia entre elementos duros y elementos blandos. Los elementos duros son aquellos módulos que siempre se van a poder utilizar y los elementos blandos son todas las partes accesorias que corresponden generalmente a la parte más estética. Esto permite sacar nuevos productos en un tiempo récord debido a que la parte dura ya está diseñada y sólo se implementan cambios o mejoras en las partes blandas. Este tipo de producción, que durante años ha estado mal vista debido a las falsificaciones que producía, hoy se está poniendo en valor al producir en base al diseño modular a escala donde evitan las fases de prototipado a través de pequeños lanzamientos.

3. METODOLOGÍA

A priori no existe ninguna metodología establecida. No obstante, el método “prueba y error” está muy extendido, con especial uso de la interacción rápida con el objetivo de ver qué es lo que funciona y lo que no. Esto da lugar a la evaluación entre pares y al co-diseño, donde diferentes usuarios hacen modificaciones y mejoras apoyándose en el código abierto y las licencias libres. En este caso, la impresión 3D es el ejemplo maker por excelencia de diseño evolutivo. Por otra parte, aunque sí se ha trabajado en el aprendizaje maker al sistematizar los pasos de las competencias para el aprendizaje, el resultado no se ha tratado como una metodología. De hecho, muchos usuarios del mundo maker no vienen del ámbito del diseño, sino más bien movidos por una curiosidad personal, por lo que no están familiarizados con las metodologías de diseño. Desde el punto de vista de los diseñadores industriales, se suele buscar la fabricación poniendo especial interés en la producción, mientras que los makers buscan una fabricación personal bajo un interés propio, aspecto directamente relacionado con el prosumer. Por ello, la automotivación es un punto que comparten prosumers y makers.

4. RESULTADOS

En cuanto a las ventajas reales que ofrece el diseño modular, encontramos el caso de openHAB (openHAB, 2019) que es un pequeño servidor de domótica de libre acceso compatible con diversos soportes. En este caso, openHAB sería el módulo “duro”, la parte estándar a partir de la cual se pueden añadir módulos “blandos” y crear configuraciones personalizadas y adaptables. En comparación con otros asistentes domésticos, openHAB ofrece un valor añadido gracias a su alta compatibilidad por sus módulos de interconexión a través de herramientas digitales como happierHR (happierWork, 2019), que es un software de automatización que permite interconectar diversos dispositivos más allá de lo que haya pensado originalmente el fabricante. En definitiva, la modularidad no siempre recae en la parte física de los productos, también puede estar presente en una capa digital que establezca estas interconexiones.

OTROS COMENTARIOS:

Los ecosistemas prosumers tienen que tener los canales de distribución muy desarrollados, por lo que aspectos como su ubicación geográfica son trascendentales. De hecho, pueden existir diferencias entre prosumers de diferentes países debido al contexto cultural y a las herramientas disponibles. Por ello, en según qué sitios prolifera más la tradición de la reparación debido a un componente histórico/local. Por otra parte, y de forma más generalizada, está teniendo lugar un cambio de mentalidad en el que los usuarios buscan explorar de una forma creativa a través de la personalización y la intervención sobre los productos que consumen.

Carlos Vega (Makers Asturias)

Carlos Vega es el vicepresidente de *Makers Asturias*, una asociación sin ánimo de lucro que se basa en los principios de libre acceso al conocimiento. Su objetivo es difundir el mundo STEM entre los jóvenes y

fomentar el acceso a la tecnología con el fin de aumentar la comunidad maker tanto en Asturias como en el resto del mundo. Es también director de comunicación en Conecta Industria, un periódico especializado en el sector industrial y tecnológico, y director de Citech Cumbre de Industria y Tecnología. La entrevista a Carlos Vega fue realizada el día 13 de noviembre de 2019 a través de una videoconferencia.

1. PROSUMERS

En el ámbito del marketing, *prosumer* es el usuario que es a la vez productor y consumidor. Es parecido al concepto de *maker*, aunque el prosumer podría comprar lo que fabrica y el maker, por lo contrario, lo hace todo. Al tratarse de un concepto utilizado en otros ámbitos (como el marketing), la palabra *prosumer* no suele emplearse en el contexto maker. No obstante, sí es cierto que parte de los consumidores son prosumers, aunque no se asume a pesar de estar relacionados con aspectos como el autoconsumo o la filosofía DIY. Son personas que crean con la mente abierta y normalmente comparten lo que hacen. Les gusta enriquecerse mutuamente y no suelen sacar un beneficio de ello (excepto el material). Son usuarios a los que les gustan los retos. No tienen que tener un perfil concreto, aunque sí abundan los ingenieros, diseñadores industriales, electrónicos e informáticos (estos últimos les gusta pasar de lo intangible a lo tangible). No obstante, empiezan a abundar otras disciplinas como otras ingenierías o artes, incluido el textil que actualmente está creciendo. Esta corriente se basa en el fácil acceso a la tecnología, aunque también hay que tener en cuenta el mundo tradicional, con disciplinas basadas en el bricolaje, como la carpintería. Persiguen un ecosistema descentralizado y auto suficiente, abrir fronteras.

2. DISEÑO MODULAR

No se utiliza de forma consciente. No obstante, la mayoría de los proyectos en este ámbito son escalables, por lo que los usuarios

hacen crecer los productos que fabrican a través del diseño modular. Por ejemplo, Arduino es un diseño modular con sus versiones escaladas (mini, mega, industrial...). También se trata de responder a una necesidad del mercado, que busca productos multifuncionales, adaptables y actualizables. Por ello en el ámbito maker se utiliza con tanta frecuencia, son usuarios que quieren ir más allá y evolucionar. Demandan la modularidad y la creación de productos dinámicos, no estáticos.

3. METODOLOGÍA

En el ámbito maker es muy común inspirarse en otros proyectos, por eso el proceso creativo que más se utiliza es el *rediseño*. Tienen una filosofía arraigada que se basa en afirmaciones como “si no hay réplica no hay mejora” o “todo proyecto que no es documentado no existe”. Además, valoran el contenido compartido donde la comunidad puede aportar algo nuevo e incluso hacer una extrapolación entre productos, reutilizar piezas o adquirir conocimientos multidisciplinares. No obstante, la réplica no es sencilla, las instrucciones no siempre son fáciles. Por lo general, el maker diseña para sí mismo para suplir sus necesidades particulares y sólo comparten el trabajo cuando hacen algo que puede servir a los demás. Son usuarios muy vinculados a la educación, les gusta compartir y adquirir nuevos conocimientos de otras materias.

4. RESULTADOS

Un nuevo método puede ser realmente útil en el ámbito que se plantea. Los usuarios suelen ser desorganizados, pero están dispuestos a todo, sobre todo a nuevas herramientas que faciliten la creación de productos. No obstante, la ética maker apoya que todo sea de libre acceso para todos.

5. EXPERIMENTACIÓN

La Fundación Cotec tiene abierta una ronda de proyectos innovadores donde los maker están postulándose para crear una Red LoRa (IOT) y utilizar redes de bajo consumo

para enviar pocos datos a mucha distancia por un coste mínimo. Hay varios proyectos de IOT en el ámbito social y domótico.

OTROS COMENTARIOS:

Cada vez hay más personas implicadas en el movimiento maker, incluido el personal educativo. En general son personas comprometidas con el ámbito social, que hacen sus aportaciones de forma desinteresada y generosamente. Por ejemplo, en Makers Asturias ya son 40 socios. Los perfiles han cambiado y evolucionado, ahora son personas muy diferentes las que muestran su interés por lo mismo. Normalmente, no se saca un negocio de ello, pero ahora existen cada vez más iniciativas que terminan convirtiéndose en empresas o startups.

Pablo Nuñez (Fab Lab León)

Pablo Nuñez es fabricante digital en *Fabrico tus Ideas* y colaborador de *Fab Lab León*. Acreditado con el *Fab Academy* por el *MIT's Center For Bits and Atoms*, se ha especializado en temas relacionados con el prototipado y la programación en Open Hardware e impresión 3D. Es Informático con experiencia en la formación y en la administración de sistemas informáticos con especial interés en fabricación digital, impresión 3D, corte láser, sistemas operativos, servidores de red y programación. La entrevista a Pablo Nuñez fue realizada el día 14 de noviembre de 2019 a través de una videoconferencia.

1. PROSUMERS

A pesar de que el término *prosumer* es el concepto de “maker ideal”, no se utiliza en el contexto real. En su lugar se utiliza *maker*. Se trata de un concepto relacionado con la economía circular. Son usuarios que crean y fabrican para responder a una necesidad, compartiendo al mismo tiempo todo lo que hacen. Suelen partir de algo que ha compartido otra persona, de modo que aplican sus ideas nuevas (modificación) y las comparten, repitiendo así el ciclo. Esto da lugar también a la generación de

conocimiento extrapolable. No son muy técnicos y no tienen miedo a compartir, sobre todo aquellos perfiles que ya están acostumbrados a hacerlo como son los programadores. En este caso, el aprendizaje no es formal, se especializan en algo mientras aprenden “trasteando”, como un hobby. Les gusta lo material y funcionan a base de prueba y error. En cuanto a sus creaciones, no es necesario que todo sea perfecto, son rápidos buscando soluciones y ahorran tiempo con los descubrimientos de otros, de ahí la importancia de compartir y comunicarse entre ellos. Los perfiles que más abundan son los electrónicos (hackerspaces), los programadores (software libre) y los ingenieros (impresión 3D, CNC...). Por último, hay perfiles no técnicos a quienes les interesan los proyectos para cubrir sus propias necesidades o las de terceras personas. Estos perfiles diferentes también aportan nuevos conocimientos que son perfectamente aplicables a sus proyectos, dando lugar a la extrapolación de conocimientos.

2. DISEÑO MODULAR

Se trata de integrar módulos para hacer que el producto sea reutilizable, adaptable y sostenible. Como resultado, el diseño modular “hace crecer al producto”. Esto último es realmente interesante para los makers, pues les interesa que los productos que hacen no sean fijos, sino dinámicos y evolutivos. Necesitan fabricar productos modificables, evolutivos y reutilizables, características que se pueden conseguir a través del diseño modular. Actualmente, ya hay partes muy modulares, como es la electrónica y la programación. También existen proyectos modulares como Fairphone, un proyecto maker de teléfono modular donde el diseño modular está presente tanto en el hardware como en el software. Otro ejemplo de diseño modular lo encontramos en numerosos proyectos de mobiliario que se basan en el diseño paramétrico para obtener resultados escalables.

3. METODOLOGÍA

El aprendizaje está muy presente en todo el proceso dentro de un proyecto maker. El objetivo marcado al principio es el aspecto fundamental para hacer un nuevo producto. Podríamos decir que su método se basa en plantear una serie de preguntas que definirán el objetivo a seguir y que irán materializando a lo largo de todo el proyecto. Específicamente, en el Fab Lab León siguen la siguiente metodología: establecer un camino a seguir, buscar cómo hacerlo, aprender, prototipar y fabricarlo. Les gusta terminar lo que empiezan, por eso los prototipos suelen convertirse finalmente en un producto o servicio, es como realmente se aprende. Tienen libertad, pero usando siempre la lógica. Muchos makers se implican más cuando el resultado es para ellos o alguien que lo necesita. También es común el uso de plataformas como *Instructables* o *OpenDesk*.

4. RESULTADOS

Estandarizar la forma de hacer proyectos está bien, aunque no todos son iguales. En cuanto al uso del modelo, los usuarios seguirán la metodología porque están acostumbrados a seguir pasos para hacer sus proyectos. La estandarización también es necesaria para compartir información, por lo que podría desarrollarse una forma de compartir los proyectos por módulos. Por otra parte, estandarizar lo físico no siempre es positivo, puesto que puede dar lugar a restricciones. En este caso, Arduino es un ejemplo de buena estandarización. El modelo a desarrollar podría hacer lo mismo que Arduino pero con el diseño de producto mediante una serie de kits, normas o instrucciones que sirva para aprender a diseñar pero también para seguir diseñando productos de forma profesional. Otro ejemplo de diseño modular es Little Bits, un proyecto de electrónica modular. La industria necesita entornos y personas makers, es necesario que se integren en los departamentos de I+D+i para desarrollar aspectos como la personalización, el diseño, la adaptación del producto, etc.

5. EXPERIMENTACIÓN

La experimentación puede realizarse con personas de un Fab Lab o Maker Space, aunque son espacios diferentes porque los Fab Labs están estandarizados, por lo que todos tienen los mismos recursos. También pueden servir otras asociaciones de espacios digitales. El objetivo final de la experimentación sería poder replicar, mejorar y adaptar el modelo desarrollado en cualquier espacio.

Sara Alvarellos (MakerSpace Madrid)

Sara Alvarellos es arquitecta por la Universidad Politécnica de Madrid y diplomada en Fabricación Digital por la *Fab Foundation* y el *Centro de Bits&Atomos* del MIT. Es la vicepresidenta y cofundadora de la *Asociación Makespace Madrid*, una organización sin ánimo de lucro que abrió el primer Fab Lab en Madrid. Ha escrito el libro *Manual de Supervivencia Maker* y es cofundadora de *Mujeres Tech*, una asociación para la promoción de mujeres en STEM. Es Business Leader en everis, donde lidera proyectos de consultoría de innovación y transformación digital. Acumula más de 7 años de experiencia liderando proyectos estratégicos y diseñando nuevos productos y servicios para el sector público y privado. La entrevista a Sara Alvarellos fue realizada el día 15 de noviembre de 2019 a través de una videoconferencia.

1. PROSUMERS

Hay varias definiciones en torno al término *prosumer*. Una de ellas lo relaciona con la web 2.0, las redes sociales y el hecho de que cualquiera puede crear contenido. Por otra parte, existe otra definición que dice que el prosumer es aquel usuario que es a la vez productor y consumidor. No obstante, no es un término que se utilice con frecuencia. En su lugar se utiliza *maker*. Un maker es un creador que emplea la tecnología como herramienta para el desarrollo de software y hardware. Existen diferentes makers dependiendo de si

desarrollan su actividad por afición o como profesionales. En la primera MakerFaire (Roma, 2013) se definió a un maker como a *un artesano que introduce la tecnología dentro del proceso creativo*. Es decir, un artesano digital que comparte y colabora en la construcción de una identidad, por lo que tiene que estar vinculado a la comunidad. “Todo el mundo es maker en principio, pero tienen que acabar creando redes”. Por otra parte, tienen un gran interés por el conocimiento, desean aprender y profundizar al mismo tiempo que pertenecen a una comunidad. No tienen motivaciones económicas, van más allá. En cuanto a sus disciplinas, pertenecen a todos los gremios, aunque hay lugares donde se dedican más a hardware (Europa-Norte). Se podría decir que les define más la personalidad que su disciplina, ya que son multidisciplinares.

2. DISEÑO MODULAR

Es el diseño que se basa en la construcción mediante módulos, lo que da lugar a un diseño eficiente, económico y adaptable. Un ejemplo es el de un Robot educativo que se basaba en diseño modular por estar diseñado 3D, con uniones de velcro. La faceta modular surgió durante el desarrollo, pero ya tenían como referencia a Lego, que también es diseño modular. Esto le permitió al proyecto obtener una serie de ventajas como tener un sistema que mejorara la interacción con el usuario, hacer crecer/cambiar al producto o mejorar el testeado, entre otras.

3. METODOLOGÍA

El uso de metodologías no es heterogéneo, no hay solo una. En ocasiones se crea desde cero, a veces incluso sin referencia alguna. En caso de que falte conocimiento, se recurre a la copia para explorar y adquirir un aprendizaje que permita pasar al siguiente nivel: crear algo nuevo. En general, un maker se basará en tres pasos básicos: observar, aprender y crear. No obstante, todo depende del contexto. Actualmente existe cierta tendencia a obtener resultados enfocados al

negocio, a obtener un beneficio económico. En ese caso, al igual que una empresa, el proceso se basa en pasos diferentes: estudiar la propuesta, analizar la inversión y crear el nuevo producto o servicio. Estos dos métodos (maker vs. empresa) deberían combinarse a través de la presencia de los makers en las empresas.

4. RESULTADOS

Sería necesario definir un usuario más específico, por ejemplo, definir diferentes niveles de aplicación y centrar el nuevo modelo metodológico en uno de ellos. Para ello se podría definir un usuario tipo al que le interese y necesite utilizar la metodología. Por ejemplo, un maker que tenga la ESO, que utilice las redes sociales y que tenga conocimientos de Arduino. Es decir, hacer una segmentación ayudará a crear/encontrar el usuario más óptimo para el uso del modelo. La creación de esta herramienta puede ayudar a democratizar el diseño modular al mismo tiempo que se estandarizan las prácticas. Para ello también sería necesario hacerse una serie de preguntas como: ¿dónde tiene cabida el diseño modular? ¿es necesario realizar un prototipo para estudiar su viabilidad y aplicabilidad? ¿en qué tipo de producto debe enfocarse el modelo? Realizar una hipótesis por usuario nos ayudará a definir un método por perfil de persona. De igual modo, estudiar el contexto en el que se puede desarrollar la metodología nos ayudará a establecer una hipótesis detallada y fiable. Algunas referencias que pueden servir de gran utilidad para reflexionar sobre el usuario y justificar su elección son: Platform Design (tesis doctoral de David Cuartielles) y Design between pairs (Massimo Morichelli).

Alejandro Juan García (Makers Asturias)

Alejandro Juan García es el presidente de *Makers Asturias*, una entidad sin ánimo de lucro que intenta democratizar la tecnología para todos los públicos al mismo tiempo que fomenta la cultura Maker y la filosofía DIY

(hazlo tú mismo). Es ingeniero de telecomunicaciones por la Universidad de Oviedo y trabaja como analista de sistemas. Además, forma parte del proyecto colaborativo Ashab Space (Asturias High Altitude Ballooning). Sus intereses se centran en la impresión 3D, la fabricación digital, Arduino, Raspberry Pi, IoT y proyectos DIY. La entrevista a Alejandro Juan García fue realizada el día 20 de noviembre de 2019 a través de una videoconferencia.

1. PROSUMERS

Carece de una definición para *prosumer* por no haberlo oído nunca, pues no se utiliza. Para referirse a las personas que se involucran en el diseño para materializar una idea se utiliza la palabra *maker*. El resultado no siempre es un producto final, sino un servicio o solución a una necesidad específica. Los resultados son documentados para poder reproducirlos e incluso hacer rediseños, de modo que exista una retroalimentación entre usuarios (Open Source). Algunos usuarios lo consideran un hobby, pero para otros es como un trabajo que les ayuda a resolver necesidades tanto propias como ajenas. Por otra parte, los perfiles son multidisciplinares, aunque abundan más los técnicos, pero hay personas de todos los ámbitos. Lo que realmente les diferencia es su nivel como maker, que depende del tiempo invertido y sus conocimientos. Todos comparten una misma filosofía basada en ayudar siempre que pueden y compartir conocimientos. Trabajan en equipo para integrar diferentes perfiles y necesitan de un punto de reunión físico para llevar a cabo su actividad, como asociaciones o talleres. Lo más favorable es la participación en persona, pues resulta ilusionante y nutritivo ya que todos tienen ganas e inquietudes.

2. DISEÑO MODULAR

Es un diseño en el que cualquier cambio no supone mucho desarrollo para el resultado final, pues se pueden utilizar módulos que convivan en un mismo ecosistema. Encontramos ejemplos de diseño modular en empresas como IKEA, con productos que

permiten implementar modificaciones en cualquier momento y de cualquier forma, haciendo crecer así al producto. También podemos encontrar proyectos como Project Ara, basado en la idea de crear móviles modulares. El diseño modular se utiliza con frecuencia en los proyectos maker, aunque muchas veces sea de forma inconsciente. Su uso permite añadir nuevas funcionalidades a un producto, mejorar la previsión de fallos, optimizar la integración, reducir la complejidad de un problema y mejorar la escalabilidad y la adaptabilidad final.

3. METODOLOGÍA

No existe un método genérico a seguir. No obstante, la mayoría de usuarios sigue unos pasos muy similares que se basan en tres fases: investigación, prueba/error y resultado final. Dentro de estas fases llevan a cabo búsquedas en repositorios de documentos (GitHub, Bitbucket, GitLab, webs DIY...) para después hacer una réplica y rediseñarla. Finalmente, se basan en la prueba y error hasta llegar al resultado final que después documentan. Les gusta aprender otros ámbitos durante todo el proceso, por lo que suelen estar abiertos a todo.

4. RESULTADOS

Resulta interesante para integrar en Fab Labs y Makerspaces. El modelo puede tener cabida porque, a pesar de que cada maker tiene su ritmo, a todos les gusta aprender y aplicar nuevos conocimientos. Las ventajas del diseño modular son reales, aunque crear un método muy genérico puede ser muy conceptual y difícil de aplicar. Además, dependerá también del ámbito de aplicación, por lo que habría que estudiar cómo aplicarlo en cada uno. Por ejemplo, puede resultar más aplicable en el mobiliario que en la electrónica. En algunos puede suponer un éxito y en otros un fracaso debido a requisitos técnicos infranqueables. Además, puede que se aplique mejor a infraestructuras y elementos tangibles que a software.

Luis Martín (Makeroni Labs)

Luis Martín es el presidente de *Makeroni Labs*, una asociación cultural para el desarrollo de proyectos creativos mediante el uso de nuevas tecnologías. También es cofundador de *Innovart*, un estudio creativo centrado en la tecnología, la innovación y la educación; *Academia de inventores* una academia centrada en el aprendizaje en todas las ramas STEAM; y *The Ifs*, unos robots para aprender a programar a partir de los 3 años. Estudió Ingeniería Electrónica e Ingeniería Industrial con especialidad en Organización Industrial en la Universidad de Zaragoza. Ha realizado un gran número de talleres y ponencias en todo el mundo, y es uno de los organizadores del *Arduino Day Zaragoza*. La entrevista a Luis Martín fue realizada el día 29 de noviembre de 2019 en el Edificio Edelvives de Zaragoza.

1. PROSUMERS

No conoce el término, en su lugar utiliza la palabra *maker*. Un verdadero maker tiene que diseñar y hacer una aportación creativa, no delimitarse únicamente a replicar, rediseñar o reutilizar. Además, a pesar de ser un perfil que se asocia con software (intangibles), también tiene que ser capaz de materializar sus ideas a través del hardware (tangibles) con herramientas como la impresión 3D. Desarrollan su actividad en espacios comunes como Fab Labs, Makerspaces o TechShop. Detrás de la importancia de la comunidad, siempre hay un objetivo. Éste puede responder a un aprendizaje, necesidad, interés o acto altruista. Suelen compartir una filosofía relacionada con compartir y basada en el Open Source.

2. DISEÑO MODULAR

Existen ejemplos de diseño modular en el sector mobiliario, donde muchos productos están basados en módulos para que puedan expandirse o reducirse en función del modelo elegido. Es decir, el diseño modular permite que el resultado sea fácilmente configurable.

En otros ámbitos existe de forma intrínseca, como sucede en la electrónica (littleBits). No obstante, no suele emplearse de forma premeditada y no abunda en la práctica, por lo que es posible que no exista interés en según qué sectores. El interés de verdad recaería en ámbitos físicos como el mobiliario. Podría ser una forma de estandarizar espacios con sentido y de forma escalable como, por ejemplo, MakerSpaces o colegios. De este modo, se tendrían en cuenta los costes y limitaciones de cada espacio para hacer una adaptación a sus necesidades específicas. De hecho, un nuevo modelo con estas características puede llegar a resultar más útil en el ámbito de la educación que en el de consumo.

3. METODOLOGÍA

Hay dos pasos fundamentales a la hora de hacer un proyecto: diseñar el contenido y fabricarlo. Este es el proceso que siguen en Academia de Inventores, una academia centrada en cuatro ramas principales: mecánica, ciencia, robótica y programación. En este entorno, se utilizan diferentes kits según los niveles de los alumnos para introducirlos en el diseño y fabricación de sus propios productos a la vez que integran todas las ramas estudiadas. Se trata de un proyecto de módulo que realizan cada trimestre. Si entramos en mayor detalle, en el proceso creativo de un maker se pueden diferenciar cuatro fases: nueva idea, búsqueda de componentes, prototipado y validación. Finalmente, tras la validación, se puede comprobar si el diseño vale o no, y si se puede mejorar. No obstante, la presencia de metodologías abunda más en entornos que deben estandarizarse para poder normalizar y escalar su práctica, como es el caso de Academia de inventores. El entorno maker suele ser más libre, sin normas ni restricciones.

4. RESULTADOS

El método resulta demasiado conceptual. Es difícil percibir cuál puede ser su verdadera aplicabilidad y utilidad en los

proyectos sin conocer en detalle cómo sería. Además, también puede variar dependiendo del entorno y de si los usuarios están familiarizados con utilizar metodologías o no. Otro aspecto que puede influir es el tipo de proyecto en el que se aplicaría y el nivel del usuario.

5. EXPERIMENTACIÓN

La metodología podría utilizarse para diseñar espacios maker, pues en este caso la modularidad resultaría de interés para adaptarse a diversos presupuestos, recursos o necesidades. La experimentación se podría realizar con Academia de Inventores, que actualmente ya hace espacios para colegios y han empezado a crear unas pautas para crear dichos espacios. La aplicación del diseño modular también podría ser útil en la creación de kits (kits for kids) para poder adaptarlos a diferentes edades. El modelo podría incluso extrapolarse para otros usos.

OTROS COMENTARIOS:

Actualmente en Zaragoza existen varios espacios maker. Entre ellos encontramos La Remolacha HackLab, Makeroni, Zaragoza MakerSpace y OpenLAB de Etopia. También encontramos otros ejemplos como Factoría Maker o Zaragoza Maker Show, donde la impresión 3D tiene una gran importancia.

Pablo Aliaga **(Zaragoza MakerSpace)**

Pablo Aliaga es uno de los fundadores de *Zaragoza Makerspace*, una asociación sin ánimo de lucro que tiene como objetivo servir de plataforma para aprender y desarrollar proyectos en el ámbito de la tecnología y reducir la brecha digital. También es fundador de *La Factoría*, un espacio orientado a ofrecer soporte basado en tecnologías de código abierto a profesionales y empresas. Sus intereses se centran en la electrónica, la programación, la inteligencia artificial y la robótica. En el ámbito profesional, también ha trabajado

como ingeniero de sistemas en el desarrollo de aplicaciones y herramientas para probar servicios. La entrevista a Pablo Aliada fue realizada el día 29 de noviembre de 2019 en *La Faboría* (Zaragoza).

1. PROSUMERS

No ha oído el término prosumer antes, en su lugar utiliza términos como *maker* o *hacker* para referirse a aquellos usuarios que intervienen sobre el producto. Pueden definirse como los “Artistas 2.0”, artesanos tecnológicos que reparan, crean y mejoran productos a través de una intervención creativa o innovación. Son personas curiosas, “manitas”, inquietas, que tienen afición y amor al arte. Su objetivo inicial suele ser la necesidad, pero luego evolucionan para convertirlo en una contraposición al consumo efímero. Por ello, comienzan trabajando desde casa para luego crear grupos con otros usuarios, haciendo así una comunidad que intercambia conocimientos a través de espacios físicos (MakerSpaces) y digitales (plataformas y foros). En cuanto a los perfiles, a pesar de que muchos están más vinculados a la electrónica y la programación, siempre acaban necesitando el diseño (impresión 3D, carpintería...) para poder terminar el producto del todo.

2. DISEÑO MODULAR

En la aplicación real es totalmente necesario pues su implementación permite que un producto sea reemplazable, actualizable y reutilizable, entre otras características. Por ello es perfecto para los proyectos maker. De hecho, el diseño modular ya está muy presente en el ámbito de la electrónica, donde todo se diseña con modularidad y replicabilidad. Por ello, el diseño modular se aplica en muchos proyectos para facilitar todo el proceso (diseño, programación...).

3. METODOLOGÍA

El proceso creativo más común es el rediseño, basado en evoluciones y el crecimiento del producto. También es común que surjan nuevas ideas a partir de nuevas necesidades. En este caso, la metodología se puede dividir en cuatro fases: nueva idea y diseño, prueba/error, prototipado y fabricación. Es importante definir al principio las especificaciones y detallar la idea. Los productos resultantes integran todo desde la tecnología, pues necesitan presentar el producto final completo (carcasa, usabilidad...). Esto da lugar a la formación por objetivos, donde aprenden lo necesario para llegar hasta él (material, técnicas...).

4. RESULTADOS

El desarrollo de un modelo con estas características puede resultar interesante para muchos proyectos. Por ejemplo, existe una iniciativa que se llama *Ayúdame 3D* donde los makers hacen prótesis para personas sin recursos a través del diseño modular. Se trata de una ONG donde cualquiera puede colaborar fabricando alguna parte de las prótesis. Si no fuera modular no podría realizarse, ya que la modularidad ayuda a adaptar cada prótesis simplemente cambiando los parámetros de cada persona. Por ejemplos como este, se puede verificar que el diseño modular aporta beneficios reales y que un nuevo modelo tendría interés y usabilidad, pues muchos usuarios ya utilizan el diseño modular en sus proyectos.

5. EXPERIMENTACIÓN

Se podría colaborar con él a través de algún taller o proyecto en el que se pudiera implementar como, por ejemplo, el diseño de un termostato modular. El objetivo actual de sus talleres es dar como herramienta el conocimiento para que los usuarios sean autónomos, un objetivo muy afín al modelo a desarrollar.

ANEXO V: ESTUDIO BIBLIOGRÁFICO

Los datos recopilados en la revisión bibliográfica realizada en el Capítulo 02 *Caracterización del diseño modular* se incluyen en el presente anexo. En esta revisión se extrajeron una serie de definiciones y metodologías de un total de 150 autores que enfocan sus estudios en el diseño modular, pero también en los términos *módulo*, *modularidad* y *arquitectura de producto*. Toda esta información ha sido sintetizada y organizada en la tabla que se incluye a continuación. Por otra parte, para poder realizar la caracterización se extrajo de cada definición las palabras clave y sus características principales que también se incluyen en la tabla.

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
1980	Walz	Design tactics for optimal modularity	La modularidad es la construcción de unidades estandarizadas de dimensiones para flexibilidad y variedad en el uso.	-	Construir, unidad, estándar, flexibilidad, variedad	Estandarizado, flexible, variable
1984	Suh, N. P.	Development of the science base for the manufacturing field through the axiomatic approach	Axiomas de diseño de Suh: mantener la independencia de los requisitos funcionales, los parámetros de diseño y los requisitos funcionales están relacionados de modo que un parámetro de diseño específico puede ajustarse para satisfacer sus requisitos funcionales correspondientes sin afectar otros requisitos funcionales.	-	Independencia, requisito funcional, parámetro de diseño, relación	Independencia
1988	Hubka & Eder	Theory of technical systems	El diseño modular se ocupa de la conexión de elementos constructivos en grupos a partir de los cuales se pueden ensamblar diferentes variantes de sistemas técnicos	-	Conexión, elementos, grupos, variantes, sistema	Conectividad, variable
1991 1995	Ulrich & Tung /Ulrich, K.T. & S.D. Eppinger	Fundamentals of Product Modularity / Product Design and Development	Un producto modular consta de subgrupos de componentes organizados por función y agrupados de tal manera que se minimizan las interacciones con los componentes de otros grupos. Los beneficios de la modularidad son: mejora de la economía de escala, facilidad de actualización, mayor variedad del producto, menor tiempo de espera, facilidad de diseño y prueba y facilidad de servicio.	Ulrich and Eppinger's Modular Product Design (1995)	Subgrupos, función, interacción	Multifuncional independiente, económico, actualizable, variable, rápido, rediseño, verificable

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
1992	Charles W. Bytheway	FAST – An intuitive thinking technique	-	Function Analysis Systems Technique (FAST)	-	-
1994	Boothroyd, G., P. Dewhurst & W.A. Knight,	Product Design for Manufacture and Assembly	-	Design for Manufacture and Assembly (DFM/DFA)	-	-
1994	Chen, Rosen, Allen, Mistree.	Modularity and the Independence of functional requirements in designing complex systems	La modularidad se basa en la relación entre lograr independencia funcional y reducir las interacciones entre módulos. Es una forma de contrarrestar los cambios en los requisitos del usuario.	Methodology for evolutionary development and change of characteristics	Relación, Independencia funcional, interacciones, cambios, usuario final	Independencia y flexibilidad
1994	DiMarco, Eubanks & Ishii	Compatibility analysis of product design for recyclability	Es una colección de componentes y/o subconjuntos que comparten una relación física y características comunes basadas en la intención del diseñador.	Fishbone diagram for disassembly	Componente, subconjunto, relación física, característica	Conectividad
1994	Hillstrom	Applying axiomatic design to interface analysis in modular product development	Para determinar el número óptimo de módulos: las variantes funcionales deben crearse a partir de módulos de ensamblaje simples; los módulos se pueden separar solo en la medida en que las funciones lo permitan; debe cumplirse la calidad y tener en cuenta la propagación de errores; y los módulos comunes deben diseñarse para un uso uniforme y fácil reemplazo.	-	Módulo, variante funcional, ensamblaje, separación, calidad, uso uniforme, reemplazo	Multifuncional, fácil montaje, intercambiable, calidad, reemplazable
1994	Menon, O'Grady, Gu & Young	Quality Function Deployment: an overview	-	Quality function deployment (QFD)	-	-
1994	Scheidt & Zong	An approach to achieve reusability of electronic modules	Un producto modular es más reutilizable que un producto no modular. La facilidad de montaje y desmontaje, así como la capacidad de verificar la calidad de los módulos es clave para la reutilización.	-	Fácil montaje, calidad, módulos, reutilización	Fácil montaje, calidad, reutilizable
1994	Tosunoglu	On the integration of fault tolerance and modularity in robots: mechatronics in robot design	La modularidad robótica proporciona muchos beneficios: introduce flexibilidad, aporta un banco de pruebas a componentes emergentes, reduce los costes de desarrollo, acelera el cambio de diseño y evita la obsolescencia.	-	Flexibilidad, banco de pruebas, costos de desarrollo, cambio de diseño, obsolecente	Flexibilidad, información, costes, actualizable, adaptable, evolutivo

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
1995	Chang u Ward	Design in modularity with conceptual robustness	Un producto modular es un diseño orientado a funciones que puede integrarse en diferentes sistemas para el mismo propósito funcional sin (o con menos) modificaciones.	-	Funciones, integración, sistema, modificaciones	Multifuncional y variable
1995	Tyson R. Brownin g & Karl T. Ulrich	Design Structure Matrix Methods and Applications	-	Design Structure Matrix (DSM)	-	-
1995	Ulrich	The role of product architecture in the manufacturin g firm.	Un producto o subconjunto modular tiene una asignación uno a uno de los elementos funcionales en la estructura funcional a los componentes físicos del producto y todas las interfaces entre los componentes están desacopladas.	-	Asignación, funciones, física, interfaz	Independiente multifuncional variable y conectividad
1996	Civil Engineer ing Research Foundati on	Brinding the globe: engineering and construction solutions for sustainable development in the twenty-first century	La modularidad en el área de la construcción de viviendas puede definirse como el uso de conjuntos de unidades diseñadas para organizarse o vincularse de varias maneras.	-	Conjunto, unidad, unión	Diversidad, organización, conectividad
1996	Gunnar Erixon	Design for modularity	El diseño modular es una base excelente para la renovación continua del producto y para un desarrollo concurrente del sistema de producción	Modular Function Deploymen t (MFD) – 1998	Renovación, producto, desarrollo, producción	Adaptable, evolutivo
1996	He and Kusiak / Kusiak & Chow	Performance analysis of modular products / Efficient solving of the group technology problem	La independencia es el núcleo del propósito del diseño modular. La modularidad es una estrategia para organizar productos complejos y procesos eficientes. Un sistema modular consta de módulos que están diseñados de forma independiente, pero funcionan como un todo.	Cluster identificati on algorithm (1987)	Independencia, productos complejos, sistema, módulo, todo	Independiente , complejo, eficiente, conexión, colaboración
1996	Shah, Brown, Finger, Hazelrig g, Mistree & Sobieski	Research opportunities in engineering design	Los beneficios del diseño modular se centran en expandir los elementos de flexibilidad y las economías de escala que han aumentado el valor para el usuario final en otras facetas del ciclo de vida del producto. Esto lleva a la incorporación de flexibilidad, modularidad y adaptabilidad en el diseño para ajustarse y adaptarse al cambio.	-	Flexibilidad, economía de escala, valor, usuario final, ciclo de vida, modularidad, adaptabilidad	Flexible, valor añadido, adaptable

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
1997	Baldwin & Clark	Managing in an Age of Modularity	Es la creación de productos o procesos complejos a partir de subsistemas más pequeños que se pueden diseñar de forma independiente pero que funcionan en conjunto. Con respecto al usuario final, la modularidad permite a los clientes combinar elementos para crear un producto final que se adapte a sus gustos y necesidades.	-	Subsistema, independiente	Independiente conectividad, unión, combinable, adaptable
1997	Carey	Modularity times three	Diseñar con subsistemas que se puedan ensamblar y probar antes del ensamblaje para reducir el tiempo y el coste de fabricación.	-	Subsistema, montaje, tiempo	Flexible
1997	Fujita e Ishii	Task structuring toward computational approaches to product variety design	El diseño del producto se divide en tres niveles posibles en los que podría haber aspectos comunes: arquitectura, configuración e instalación. Cada uno de ellos depende de la modularidad del producto para lograr sus objetivos.	Method centered on the product platform (Fujita, 1998)	Arquitectura, configurar, instalación, modularidad	Configurable
1997	Gershenson & Prasad	Modularity in product design for manufacturing	La modularidad permite al diseñador controlar el grado en que los cambios afectan el diseño del producto. Al promover la intercambiabilidad, la modularidad brinda más flexibilidad, con un ciclo de tiempo reducido, para cumplir con los procesos cambiantes.	-	Control, cambios, servicio, procesos, diseño, intercambiable, flexible, tiempo reducido, cambios	Intercambiable, flexible, adaptable, evolutivo, independiente, tiempo reducido
1997	Gu, Hashemi an & Sosale	An integrated modular design methodology for life cycle engineering	El diseño modular tiene por objetivo desarrollar una arquitectura de producto que consta de unidades físicamente separables con un rápido desarrollo, facilidad de montaje, servicios, reutilización, reciclaje y otros objetivos del ciclo de vida.	Modular design methodology for life cycle engineering	Unidades, separables, desarrollo rápido, reutilización, reciclaje	Separable, independiente, fácil montaje, reutilizable, reciclable
1997	Sosale, Hashemi an & Gu.	Product Modularization for reuse and recycling	Los dos beneficios principales, en términos de funcionalidad del producto, son: reconfiguración - cambio de diseño y adición de nuevos módulos - y personalización - la reorganización de módulos opcionales puede proporcionar a los usuarios una selección de modelos.	Method to help group the components into separable modules	Beneficios, operación, reconfigurar, diseño, módulos, personalizar	Reconfigurar, personalizable

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
1998	Allen & Carlson-Skalak	Defining product architecture during conceptual design	Un módulo es un componente que puede eliminarse del producto de forma no destructiva como una unidad, lo que proporciona una función básica única necesaria para que el producto funcione como se desea. La modularidad se define como el grado en que la arquitectura de un producto se configura de módulos con interacciones mínimas entre ellos.	-	Unidad, función única, módulo, interacción	Independiente multifuncional intercambiable
1998	Dov Dori	Automation systems and integration - Object-Process Methodology	-	Object-process methodology (OPM)	-	-
1998	Huang & Kusiak	Modularity in design of products and systems	Hay dos tipos de relaciones involucradas en el concepto de modularidad: la similitud de las interacciones funcionales y la idoneidad de la inclusión de componentes en un módulo. Según las interacciones dentro del producto, las categorías de la modularidad son el intercambio y la combinación.	Matrix-based modular design method	Relaciones, interacción funcional, intercambio, combinación	Conexión (funcional), intercambiable, compartible, combinable
1998	Newcomb, P. J., Bras, B., & Rosen, D. W.	Implications of modularity on product design for the life cycle	La arquitectura de un producto, determinada durante la etapa de diseño de la configuración, juega un papel importante en la determinación de sus características del ciclo de vida.	-	Arquitectura de producto, configuración, diseño, determinación, ciclo de vida	Configuración, características del ciclo de vida
1998	Russell Marshall	Design modularisation: A systems engineering based methodology for enhanced product realisation	Un (sub) sistema que comprende un grupo de elementos individuales que forman una unidad autónoma, cooperativa e independiente con una o más funciones compuestas. Las interacciones funcionales ocurren dentro y no entre módulos. Los módulos son independientes y autónomos, y se pueden combinar y configurar con otros módulos para lograr la función general.	The Holonic Product Design Methodology (HPD)	Sistema, cooperativo, independiente, autónomo, combinar, configurar	Multifuncional, configurable

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
1998	Siddique & Rosen	On the applicability of product variety design concepts to automotive platform commonality	Elementos de diseño básicos para permitir la variedad de productos y la uniformidad de la plataforma son: la estandarización de componentes, interfaces y procesos; las interfaces del módulo; la robustez y la mutabilidad. Esto respalda la noción de que la modularidad es variedad de productos.	Method focused on the product platform and the design of product families	Variedad de producto, uniformidad de plataforma, estandarización, modularidad, interfaz, mutabilidad	Variable, estandarizada, conexión, mutable
1998	Tate, Lindholm & Harutunian	Dependencies in axiomatic design	La modularidad permite diseños flexibles que responden a cambios en los requisitos funcionales debido a razones, como cambios en los requisitos del cliente y la necesidad de que el producto realice diferentes funciones en diferentes momentos.	Matrix-based modular design method	Vida útil, diseño flexible, cambios, requisitos funcionales	Flexible, adaptable
1999	Gershenson, J. K. & Prasad, G. J.	Modularity in product design for manufacturing	Facetas del diseño modular: la independencia del atributo (que permite el rediseño de un módulo con menos efectos en el resto del producto), la independencia del proceso (que reduce el costo en el proceso del ciclo de vida y el rediseño de un módulo aislado si los procesos cambian) y la similitud del proceso (que evita el esfuerzo de rediseño para garantizar que los cambios solo afecten a un módulo elegido).	Method to redesign a product eliminating, reorganizing or changing components and modules	Independencia, atributo, proceso, rediseño, aislamiento, similitud	Independiente, aislado, rediseño
1999	Salhieh & Kamrani	Macro level product development using design for modularity	Un módulo es un bloque de construcción que se puede agrupar con otros bloques para formar una variedad de productos.	-	Bloque, grupo, variedad, producto	Variable, configurable
2000	Baldwin & Clark	Design Rules, volume 1: The Power of Modularity	Las computadoras utilizan la modularidad para superar las demandas cambiantes de los clientes y hacer que el proceso de fabricación sea más adaptable al cambio.	-	Demandas, fabricación, adaptables	Adaptable
2000	Stone, R. B., Wood, K. L., & Crawford, R. H.	A heuristic method for identifying modules for product architectures	-	Function Structure Heuristics	-	-

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2000	Stone, R. B., Wood, K. L., & Crawford, R. H.	Using quantitative functional models to develop product architectures	-	Quantitative functional model	-	-
2001	Danilovic	Supplier Integration in Product Development	-	Domain Mapping Matrix (DMM)	-	-
2001	Kevin Otto	Modularization to support multiple Brand platforms	-	Brand modularity matrix	-	-
2002	Martin MV, Ishii K	Design for variety: developing standardized and modularized product platform architectures	Desarrollar una arquitectura de producto que incorpore la estandarización y modularización para reducir los costos y esfuerzos futuros de diseño. La geometría, energía, material o señal del componente se pueden cambiar para cumplir con los requisitos del cliente sin requerir que otros componentes cambien.	Design For Variety (DFV) method	Plataforma de producto, estandarizable, modular, reducción de costos y esfuerzos, cambio, personalizar, independiente	Estandarización, costos reducidos, esfuerzos reducidos, intercambiables, personalizables, independencia
2002	Muffatto & Roveda	Developing product platforms	El diseño modular se refiere a aquellos sistemas que están planificados, desde la fase conceptual, para ser diseñados y utilizados en diferentes productos, plataformas o arquitecturas.	-	Sistema, productos, plataforma, arquitectura	Adaptable, versátil, evolutivo, intercambiable
2003	Gershenson, Prasad & Zhang	Product modularity: definitions and benefits	La modularidad surge de la descomposición de un producto en subconjuntos, lo que facilita la estandarización y variedad de productos. Un producto modular consta de módulos. Cuantos más componentes encajen en estos módulos, más modular será. Hay tres elementos fundamentales para la modularidad: la independencia de los componentes de un módulo de los componentes externos, la similitud de los componentes en un módulo con respecto a sus procesos del ciclo de vida y la ausencia de similitudes con los componentes externos.	-	Descomponer, subconjunto, estandarizar, variedad de productos, módulos, independencia	Estandarizado, variedad, independencia

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2005	Staudenmayer, N., Tripsas, M. & C.L. Tucci	Interfirm modularity and its implications for product development	En las industrias caracterizadas por la modularidad entre empresas, la existencia de una arquitectura común permite a los consumidores mezclar y combinar sus productos.	-	Intermarca, modularidad, comunidad, arquitectura, mezcla, combinación	Común, mezclar, unir
2006	Kaplan, A. M. & M. Haenlein	Toward a parsimonious definition of traditional and electronic mass customization	Los clientes siempre han podido personalizar ciertos productos producidos en masa eligiendo entre módulos predefinidos que luego se combinan o completan solo en los pasos finales de producción de acuerdo con sus preferencias.	-	Cliente, personalizar, elegir, modular, combinar, completar, preferencias	Personalizar, elegir, combinar, completar
2006	Mikkola, J.H.	Capturing the degree of modularity embedded in product architectures	Se identifican los siguientes elementos clave de la modularidad de la arquitectura del producto: componentes (estándar y nuevos para la empresa), interfaces (estandarización y especificación), grado de acoplamiento y sustituibilidad.	The modularization function	Arquitectura del producto, modularidad, componentes estándar, interfaces, sustituible	Estandarizable, interfaces, sustituibilidad
2007	Timo Lehtonen	Designing Modular Product Architecture in the New Product Development	Un sistema modular es un sistema basado en bloques que implica la intercambiabilidad de estos.	-	Sistema, bloques, intercambio	Intercambiar
2009	Marcos Echevarria Quintana	Metodología de diseño conceptual modular para la selección de variables modulares	La modularidad es la combinación de tres aspectos: comunidad, estandarización y reutilización. El grado de modularidad está determinado por el grado de estos tres aspectos.	FAS Method (Function-Assembly-Space)	Comunalidad estándar, reutilización	Conectividad, estandarizable reutilizable
2009	Robert Joseph Smith	The impact of modular design on product use and maintenance	La modularidad se refiere a la disposición de los componentes en subgrupos, de modo que cada componente es independiente de los componentes fuera de su subgrupo y cumple con los criterios comunes para su inclusión dentro de su propio subgrupo.	-	Subgrupo, componente, independiente	Independiente

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2009	Xu, Q., & Jiao, J. R.	Design project modularization for product families	La modularización de proyectos de diseño mejora la coordinación de múltiples proyectos de diseño de familias de productos y contribuye al logro de una economía de escala mediante la reutilización de elementos probados.	-	Modularizar, diseño múltiple, familias de productos, economía de escala, reutilización	Diseño múltiple, economía, reutilización
2011	Lau, A.K., Yam, R. & E. Tang	The impact of product modularity on new product performance: mediation by product innovativeness	El diseño modular de productos promueve la innovación de productos mediante la experimentación simultánea de muchos enfoques alternativos. Esto conduce a un rápido aprendizaje de prueba y error y acelera la introducción de nuevos productos.	-	Innovación del producto, testeo, enfoques alternativos, aprendizaje rápido de prueba y error, acelerar la introducción del producto	Innovación, rápida, acelerada
2012	Lewis, P.K., & Mattson, C.A.	A method for developing systems that traverse the Pareto frontiers of multiple system concepts through modularity	-	Optimization-based method	-	-
2014	Borjesson, F. & Hölttä-Otto, K.	A module generation algorithm for product architecture based on component interactions and strategic drivers	Los beneficios de la modularidad a menudo se logran a partir de la independencia del módulo que permite un desarrollo independiente para reducir el tiempo de entrega general y las economías de escala debido al intercambio de módulos similares entre productos en una familia de productos. Estas interfaces estandarizadas permiten intercambiar diferentes versiones de un módulo, lo que resulta en beneficios potenciales de variedad.	R-IGTA (based on DSM and MFD)	Módulo, Independencia, tiempo reducido, economía de escala, familia de productos, estándar, interfaces, tamaños, intercambio, variedad	Independencia tiempo reducido, economía, estandarizado, intercambiado y variedad
2013	Chung, W. H., Kremer, G. E. O., & Wysk, R. A.	A Modular Design Approach to Improve Product Life Cycle Performance Based on the Optimization of a Closed-Loop Supply Chain	El diseño modular tiene el potencial de incorporar consideraciones del ciclo de vida en el proceso de toma de decisiones de la arquitectura del producto.	-	Ciclo de vida, arquitectura del producto, proceso de fabricación	Consideración del ciclo de vida

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2014	Magnusson, M. & M. Pasche	A contingency-based approach to the use of product platforms and modules in new product development	Dos técnicas importantes son la modularización de productos y el desarrollo de plataformas de productos, que permiten a las empresas alcanzar altos niveles de variedad de producto y, al mismo tiempo, mantener la complejidad y los costos relacionados en un nivel limitado.	-	Modularizar, plataforma, variedad, complejidad, costos relacionados	Variedad, complejidad, costos relacionados
2014	Moon SK, Park KJ, Simpson TW	Platform design variable identification for a product family using multi-objective particle swarm optimization	-	Multi-objective particle swarm optimization (MOPSO)	-	-
2015	H. ElMaraghy, T. AlGedday	A Methodology for Modular and Changeable Design Architecture and Application in Automotive Framing Systems	-	Methodology for Modular and Changeable Design Architecture	-	-
2015	Koh EC, Förg A, Kreimeyer M & Lienkamp M	Using engineering change forecast to prioritise component modularisation	Idealmente, todos los componentes del producto deben ser altamente modulares para minimizar el impacto de los cambios futuros. El concepto es agrupar elementos del sistema que comparten las mismas funciones en módulos independientes que pueden reutilizarse en futuras variantes.	Engineering Change Forecast (ECF) matrix	Modular, minimizar impacto, cambios, grupo, independiente, reutilizar, variantes de producto	Impacto reducido, adaptable, actualizable, independiente
2015	Lonnie R. Morris	Handbook of Research on Instructional Systems and Educational Technology	El diseño modular es un enfoque de diseño que subdivide un sistema en partes más pequeñas llamadas módulos, que se crean de forma independiente y luego se usan en diferentes sistemas. Un sistema modular se caracteriza por: la división funcional en módulos escalables y reutilizables; el uso de interfaces modulares bien definidas; y el uso de estándares de la industria para estas interfaces.	-	Sistema, módulos, división independiente, funcional, reutilizable, interfaz, estándar	División funcional, escalable, reutilizable, interconexión, estandarizable

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2015	Marion, T. J., Meyer, M. H. & G. Barczak	The influence of digital design and IT on modular product architecture	La arquitectura de un producto es el diseño y la especificación de subsistemas, componentes e interfaces inherentes entre subsistemas. Las interfaces bien definidas permiten el desarrollo de subsistemas estandarizados que pueden compartirse entre líneas de productos, por ejemplo, plataformas tecnológicas.	-	Arquitectura del producto, subsistemas, componentes, interfaces, estándar, compartido, líneas de productos, plataforma	Interfaces, estandarizada, compartida
2016	Bonvoisin J, Halstenberg F, Buchert T, Stark R	A systematic literature review on modular product design	El diseño modular ofrece numerosas ventajas como la personalización masiva, las estrategias de finalización de la vida útil, la reducción de costos de desarrollo y permite un trabajo eficiente en organizaciones poco vinculadas.	-	Personalización masiva, medio ambiente, estrategias de fin de vida, costos reducidos, trabajo eficiente	Personalizable, entorno, costes reducidos, eficiencia
2016	Otto, K., Hölttä-Otto, K., Simpson, T. W., Krause, D., Ripperda, S., & Moon, S. K.	Global Views on Modular Design Research: Linking Alternative Methods to Support Modular Product Family Concept Development	Las plataformas de productos modulares proporcionan ahorros sustanciales en costos y tiempo, al tiempo que permiten a las compañías ofrecer una variedad de productos. Como resultado, se han desarrollado una multitud de métodos de plataforma de productos durante la última década.	-	Plataforma de producto, costo, tiempo, variedad, métodos, diseño, investigación	Reduce costos y tiempo, variedad
2016	Pakkaneen, J., Juuti, T., & Lehtonen, T.	Brownfield Process: A method for modular product family development aiming for product configuration	La modularización, las plataformas de productos y las familias de productos son tácticas de estructuración eficientes en la personalización masiva. Los conceptos clave de ingeniería en este campo son la lógica de partición, el conjunto de módulos, las interfaces, la arquitectura y el conocimiento de la configuración.	Brownfield Process	Plataforma, familia de productos, configurable, eficiente, personalización masiva, partición, módulo, interfaces, arquitectura	Configurable, eficiente, personalizable e interfaz
2016	Liu, C., Hildre, H.P., Zhang, H. et al.	Product architecture design of multi-modal products	La modalidad del producto se vuelve viable al emprender dos estrategias: agrupamiento temporal, que activa y organiza diferentes grupos de módulos en diferentes modos, y propagación de la modalidad, que se basa en la modalidad de los módulos subordinados del producto.	Technique that promote multi-modal modules in design processes	Estrategias, agrupamiento temporal, organización, grupo, módulo, modo, propagación	Modalidad, agrupamiento temporal, organizable, multifuncional

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2016	Løkkegaard, M., Mortensen, N. H., & McAloon, T. C.	Towards a framework for modular service design synthesis.	El concepto central de las plataformas y arquitecturas de productos modulares se basa en la reutilización de diseños estándar y en común entre familias de productos. Existen beneficios similares a los que se ven en la modularidad y el desarrollo de la arquitectura, es decir, reducción en el costo y el tiempo de comercialización de nuevas innovaciones de servicio y una mayor flexibilidad.	Conceptual model for developing modular service platforms	Reutilizable, estándar, comunidad, familias de productos, reducción de costos y tiempo, innovación, flexibilidad	Reutilizable, estandarizable, comunidad, costo reducido, tiempo reducido, innovación, flexibilidad
2016	Otto K, Simpson TW, Krause D, Ripperda S, Ki Moon S	Global views on modular design research: linking alternative methods to support modular product family concept development	-	Modular product family concept development	-	-
2016	Zih-Hao You & Shana Smith	A multi-objective modular design method for creating highly distinct independent modules	Los módulos pueden fabricarse en diferentes ubicaciones y ensamblarse en los puntos de venta. Por lo tanto, el diseño modular aumenta la eficiencia general de producción y reduce los costos generales del ciclo de vida.	Multi-objective modular design method for creating highly distinct independent modules	Módulo, fabricación, montaje, aumento de producción, eficiencia, reducción de costos	Fácil fabricación y montaje, mayor producción, eficiencia, menores costos
2017	AlGedday T, Samy SN, ElMaraghy H	Best design granularity to balance assembly complexity and product modularity	La modularidad promueve la división y descomposición de arquitecturas de productos en componentes y módulos para facilitar la intercambiabilidad.	Methodology for modular products taking into account DFA	Partición, descomponer arquitectura del producto, módulo, intercambiar	Separable, configurable, intercambiable
2017	AlGedday T, Samy SN, ElMaraghy H	Best design granularity to balance assembly complexity and product modularity	Este estudio se enfoca en la evaluación y mejora de una familia de productos al enfocarse en varios aspectos como la modularidad, el costo, la comunidad y la variedad.	Methodology based on VA, DSM and CDI (step by step)	Familia de productos, modularidad, costo, comunidad, variedad	Coste, comunidad, variedad

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2017	Engel A, Brownin g TR and Reich Y	Designing products for adaptability: insights from four industrial cases	Un producto se puede diseñar, rediseñar, actualizar, producir y externalizar más fácilmente si se divide en módulos relativamente independientes, incluso si esta situación es invisible para los usuarios del producto.	(Optimized) Architecture adaptability value (AVV)	Rediseñar, actualizar, producir, externalizar, fácilmente, módulo, independiente	Rediseñado, actualizado, fácil producción, independiente
2017	Jung, S., & Simpson, T. W.	New modularity indices for modularity assessment and clustering of product architecture	Para agrupar la arquitectura de un producto en módulos independientes o coordinados introducimos nuevos índices de modularidad que capturan los grados de fuerza de conexión dentro de cada módulo independiente y entre diferentes módulos, densidad de conexiones dentro de cada módulo y entre módulos.	New modularity indices	Cluster, arquitectura de producto, independiente, coordinada, módulo, conexión	Independiente coordinación, conexión
2017	Kaushik Sinha & Eun Suk Suh	Pareto-optimization of complex system architecture for structural complexity and modularity	La estrategia de diseño modular se usa ampliamente en la comunidad de ingenieros para diseñar arquitecturas de sistemas complejos utilizando módulos manejables e independientemente actualizables.	Multi-objective optimization framework	Estrategia, diseño, arquitectura compleja, manejable, independiente, actualizable	Manejable, independiente, de impacto reducido, conectividad, actualizable
2017	Ripperda , S., & Krause, D.	Cost effects of modular product family structures: Methods and quantification of impacts to support decision making	El uso de estructuras de productos modulares es una posible estrategia para proporcionar la variedad externa necesaria al mercado y reducir los costos al disminuir la variedad interna dentro de la empresa.	-	Estructura del producto, estrategia, variedad externa, reducción de costos	Variedad, reducir costos
2017	Li, Y., Wang, Z., Zhang, L., Chu, X., & Xue, D.	Function module partition for complex products and systems based on weighted and directed complex networks	El diseño modular es un enfoque eficaz para acortar el tiempo de entrega y reducir los costos para el desarrollo de productos y sistemas complejos.	-	Acortar tiempo, reducir costos, desarrollo, productos complejos	Acortar el tiempo, reducir el costo

Año	Autor	Fuente	Definición	Método	Palabras clave	Características
2018	Sinha, K., Suh, E. S., & de Weck, O.	Integrative Complexity: An Alternative Measure for System Modularity	La modularidad es el grado en que un sistema está compuesto de elementos relativamente independientes pero que interactúan, y cada módulo lleva típicamente un conjunto aislado de funcionalidades.	-	Modularidad, independiente, interactuar, elementos, módulo, funciones aisladas	Independiente interactuar, multifuncional
2019	Walsh, H. S., Dong, A., & Tumer, I. Y.	An Analysis of Modularity as a Design Rule Using Network Theory	El aumento de la modularidad de las arquitecturas de sistemas es generalmente aceptado como un buen principio de diseño en ingeniería.	-	Modularidad, arquitectura del sistema, principio de diseño	Modularidad, principio de diseño

Tabla 44. Estudio bibliográfico para la caracterización del diseño modular.

Como se puede observar, la tabla ordena cronológicamente los datos encontrados desde 1980 hasta 2019. Además, para cada caso se documenta el autor, la fuente bibliográfica, la definición que aporta de diseño modular, el método de diseño modular desarrollado (si es el caso), las palabras clave de la definición y las características extraídas de esta.

El diseño modular en la creación de productos para prosumer

Laura Asión Suñer

La evolución de los hábitos de consumo es uno de los principales retos sociales que deben afrontar los diseñadores de producto. Actualmente, existe una tendencia a que los usuarios finales se involucren en las fases de diseño y fabricación de sus productos. Factores como la fabricación ágil o la democratización del proceso creativo han favorecido la presencia de los usuarios prosumer (productores y consumidores). En este contexto, el diseño modular ofrece una serie de ventajas relacionadas con las necesidades de los prosumers que apenas se han utilizado para beneficiarlos. Su evolución se ha orientado a aspectos del desarrollo de producto que quedan ocultos al consumidor.

La presente tesis doctoral analiza la relación actual y futura entre el diseño modular y el ámbito prosumer para establecer una serie de pautas que faciliten la creación de nuevos métodos de diseño en esta área. Para ello, el trabajo se estructura en cuatro fases: definición del estado del arte del diseño modular; caracterización del diseño modular; estudio del prosumer en la era actual; y propuesta y aplicación del modelo metodológico. Los resultados principales de la investigación ofrecen una definición aplicable del diseño modular, un detallado estudio de campo que muestra la realidad del prosumer actual y una propuesta metodológica de diseño modular orientada al prosumer.



**Universidad
Zaragoza**