

## INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE PERSONALIZACIÓN PARA UN PRODUCTO EN FASE DE DISEÑO CONCEPTUAL

Área de investigación: Administración de la tecnología

### **Damna Reyes Hernández**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba  
México  
dreyesh@ito-depi.edu.mx

### **Guillermo Cortes Robles**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba  
México  
gcortes@ito-depi.edu.mx

### **Hugo Antonio Tress Romero**

Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Orizaba  
México  
3r.hugoa@gmail.com

### Agradecimientos

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y al Tecnológico Nacional de México específicamente al Instituto Tecnológico de Orizaba por el apoyo a este trabajo.

Octubre 3, 4 y 5 de 2018

Ciudad Universitaria | Ciudad de México



## INTEGRACIÓN DE HERRAMIENTAS DE PERSONALIZACIÓN PARA UN PRODUCTO EN FASE DE DISEÑO CONCEPTUAL



### Resumen

La personalización brinda al usuario la oportunidad de obtener un producto con características adaptadas a sus requerimientos y necesidades. En el proceso de personalización de un producto se identifican atributos determinados por las necesidades de los clientes. Posteriormente, estos atributos son combinados y generan una gran cantidad de variantes en el producto personalizable. La complejidad de comprender tantas posibles combinaciones provoca efectos nefastos en los procesos de producción, en la funcionalidad del producto e incluso en los aspectos estéticos.

Con el objetivo de identificar atributos personalizables, adaptados a los requerimientos del cliente en la fase de diseño conceptual de un producto, y con ello, evitar formular combinaciones contradictorias en su desarrollo, se siguió una metodología de cinco etapas: 1) Escuchar la voz del cliente, 2) transformar la voz del cliente en demandas, 3) transformar demandas en especificaciones, 4) diseño conceptual de producto personalizado, 5) producción y realización, haciendo uso de la innovación asistida por computadora (CAI) y el enfoque de problemas de satisfacción por restricciones (CSP).

El marco de trabajo descrito en este artículo representa una aportación al proponer la combinación CAI-CSP, no reportada previamente en la literatura para facilitar el proceso de personalización de productos. Se expone un caso de estudio, donde se implementa la metodología propuesta en un producto en etapa de diseño conceptual, dando como resultado que CAI y CSP benefician los procesos de personalización y facilitan la resolución de conflictos, además de gestionar las combinaciones para los productos personalizados.

**Palabras clave.** personalización de productos, diseño conceptual, desarrollo de productos, CSP, Innovación Asistida por Computadora.



## 1. Introducción

Actualmente, un cliente es más selectivo y valora la diferenciación. Estos aspectos influyen en las decisiones de compra y han ocasionado que empresas busquen estrategias que permitan ofrecer productos que satisfagan sus requerimientos reales. Estas estrategias, deberían conjuntar metodologías, herramientas y procedimientos que tomen en cuenta, entre distintos aspectos, las variaciones del mercado (Alarcón, Parra, Alemany, & Lario, 2010).

Por estas razones, la personalización brinda al usuario la oportunidad de obtener productos hechos a su medida. Para lograr este cometido es necesario, en las etapas de diseño conceptual de un producto, identificar los requerimientos reales de los clientes, capitalizar este conocimiento y enfocar los recursos de las organizaciones para satisfacer estos requerimientos. De esta forma, las empresas pueden anticiparse a las futuras demandas de los clientes. Igualmente, en la etapa de diseño conceptual de productos intervienen distintos factores que un diseñador debe considerar, por ejemplo: la facilidad de uso y estética, los materiales, el proceso de manufactura, la comercialización, costos y cómo es que el producto transmitirá su propósito para el que fue diseñado (Norman, 2005). Los procesos de diseño de productos, son uno de los vectores en el desarrollo de la innovación (Avila & Vazquez, 2013). Al respecto, el Manual de Oslo afirma que implementar y combinar nuevas tecnologías y procesos de i+D, es considerado como innovación en el área desarrollo de productos y servicios (OECD & Communities, 2007).

Para lograr diferenciar un producto, es posible intervenir en las fases de diseño conceptual del mismo, y propiciar un ambiente en donde sea posible integrar elementos que permitan la creación de nuevas funciones y beneficios. Con ello, satisfacer los requerimientos del usuario en el producto final (Vásquez, Ortuño, & Triana, 2013). El proceso de intervención en esta fase de diseño conceptual, está formado por un conjunto de posibles configuraciones que pueden diferir o compartir aspectos. Por lo tanto, es posible seleccionar las características del producto que cumplan con los requisitos y las restricciones de personalización (Pereira, Matuszyk, Krieter, Spiliopoulou, & Saake, 2018).





Un sistema de personalización de productos tradicional, crea múltiples variaciones de un solo producto. Esto ha ocasionado confusión mientras el usuario configura su producto, por lo tanto, es recomendable limitar las opciones de personalización (Lin et al., 2017). Esto indica que un exceso de combinaciones de atributos personalizables generan sistemas más complejos, que pueden provocar efectos nefastos en las configuraciones, funciones y formas del producto. Por lo tanto, identificar los principales atributos a personalizar desde las fases de diseño, evita que se generen combinaciones contradictorias.

Para superar los desafíos descritos, se plantea una propuesta que integra dos enfoques en el diseño conceptual:

- Problemas de satisfacción por restricciones (CSP), un método que entrega las distintas combinaciones de configuraciones (Lin et al., 2017).
- Innovación asistida por computadora (CAI), un método para resolver problemas inventivos involucrados en el proceso de innovación (Leon, 2009).

Ambos, como un nuevo enfoque para contribuir en el desarrollo de productos mediante la personalización. Este documento posee la siguiente estructura: La sección 2 expone los antecedentes técnicos de la personalización de productos, la programación por restricciones (CSP) y la innovación asistida por computadora (CAI), así como trabajos relacionados en estos campos de la investigación. La sección 3 presenta la metodología propuesta. La sección 4 describe resultados obtenidos a partir de un caso de estudio y la sección 5 las conclusiones generales.

## 2. Antecedentes

Esta sección expone brevemente los antecedentes técnicos que fundamentan el trabajo.

### 2.1 Innovación asistida por computadora

Existe una nueva categoría de herramientas informáticas que permiten acompañar a un usuario desde la identificación hasta la validación de un concepto en un proyecto de innovación: la Innovación Asistida por





Computadora o Computer Aided Innovation (CAI), cuyo objetivo es apoyar el proceso de innovación y el desarrollo de productos (Leon, 2009). Dentro de sus ventajas se encuentra la reformulación de diseño de productos, la asistencia en la resolución de un problema inventivo integrando herramientas de la teoría de resolución de problemas inventivos (TRIZ) por medio del concepto de contradicción, de sistema ideal y de recursos. A continuación, se hace una breve mención de los conceptos elementales de TRIZ (Robles, Lasserre, & Torreblanca, 2009):

- **Contradicciones:** Existe cuando dos características (útiles) de un sistema se excluyen mutuamente, pero deben concurrir para alcanzar un resultado. Las contradicciones que intervienen en las soluciones de problemas inventivos son físicas y técnicas. Por ello, una contradicción física sucede cuando dos estados o un componente de un sistema deben presentar condiciones que se excluyen mutuamente. Por ejemplo, la apertura de la bolsa de aire de un vehículo debe ser rápida para amortiguar el impacto en el conductor, pero lenta para evitar dañarlo debido a la energía cinética. Estos conflictos se solucionan a través de los principios de separación: en el espacio, tiempo, de acuerdo a condiciones y en el todo y sus partes. En cambio, para una contradicción técnica existen dos parámetros de un sistema que tienen un conflicto en donde mejorar o modificar un parámetro repercute de manera inaceptable en otro parámetro también útil. Estos problemas se resuelven con la ayuda de la matriz de resolución de contradicciones técnicas.

- **Sistema ideal:** Se define como la suma de las funciones útiles de un sistema, dividida por la suma de sus efectos no deseados. Sus principales características son: no genera costos, no ocupa superficie y volumen en el espacio, tiene una eficiencia del 100% y no genera pérdidas ni desechos (Terninko, Zusman, & Zlotin, 1998). Su propósito es que el diseñador considere alternativas de solución no consideradas previamente y que emergen del concepto de perfección de un sistema.

- **Recursos:** Desde la óptica de TRIZ, todo problema debe resolverse empleando las reservas de un sistema que se encuentran en estado inactivo. A estas reservas se les conoce como recursos y se encuentran disponibles en el sistema y en el ambiente que lo rodea.



En este trabajo, CAI es utilizado en el proceso de diseño conceptual y se hace uso de las herramientas de TRIZ en la resolución de problemas inventivos.



## 2.2 Personalización en desarrollo de nuevos productos

Las empresas apuestan por implementar procesos de personalización en sus productos para adaptarlos a las formas de consumo de sus clientes (Lloveras, 2007), (Alarcón et al., 2010), (Zheng, Yu, Wang, Zhong, & Xu, 2017). Para personalizar un producto es necesario establecer un diálogo entre los diseñadores y clientes, identificar las necesidades reales de cada individuo para así, adaptarlas a las características del producto (Alcalde, 2017). Escuchar la voz del cliente produce mejores opciones de diseño, ya que es posible conocer y satisfacer las necesidades del cliente (Becerra, 2011).

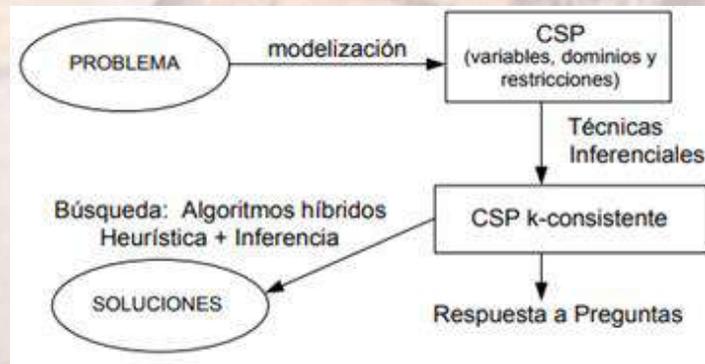
## 2.3 Problemas de satisfacción por restricciones CSP

Es una técnica utilizada para resolver problemas de combinaciones complejas. Emplea programas informáticos para describir y solucionar problemas complejos de muchas combinaciones. La resolución de un problema de CSP se desarrolla en dos etapas (Barber & Salido, 2003):

- Modelar el problema como un problema de satisfacción de restricciones, expresadas a través de variables, dominios y restricciones del CSP.
- Procesar el problema de satisfacción de restricciones resultante, a través de técnicas de consistencia o algoritmos de búsqueda.

En el proceso de personalización de un producto se identifican atributos directamente proporcionales a los requerimientos de un cliente. Posteriormente, estos atributos son combinados y resultan como el total de variantes posibles para el producto personalizable, representados con algoritmos informáticos. En la figura 1, se representan las fases que se utilizan para la resolución de problemas combinatorios usando CSP.





**Figura 1.** Fases de resolución de problemas combinatorios usando CSP (Salido & Giret, 2008).

A través de una revisión literaria, se identificaron los siguientes artículos en donde se destaca la importancia para crear productos personalizados. La investigación de (Mugge, Schoormans, & Schifferstein, 2009), sus resultados determinan que existen siete dimensiones para diseñar un producto personalizado. El trabajo de (Heuvelmans, 2010) afirma, que son escasos los trabajos de investigación que hablan sobre cómo diseñar un sistema de personalización masiva. (Spallek & Krause, 2016) señalan que la responsabilidad de las empresas, es fabricar productos que satisfagan las necesidades individuales de los clientes. (Sun, Houssin, Renaud, & Gardoni, 2016) explican que una estrategia adecuada para mejorar el rendimiento de un producto ocurre cuando se toman en cuenta los requisitos del usuario en la etapa de diseño. Los autores consideran que, al modificar el producto, el diseñador podría descubrir las posibles contradicciones entre el usuario y la funcionalidad del producto antes de la creación de prototipos. En (Kaneko & Kishita, 2017) el tema de estudio se enfoca en la personalización de productos con la finalidad de encontrar oportunidades que prolonguen la vida útil y valor de un producto. Con la finalidad de permitir a los clientes personalizar productos que satisfagan las necesidades de mercados diversificados, (Lin et al., 2017) realizaron un estudio de la ventaja competitiva que esto representa. Señalan que, el resultado de dotar a un producto con características personalizables repercute en la experiencia que adquiere el usuario mediante la configuración de su producto. El propósito de la investigación de (Zheng, Xu, Yu, & Liu, 2017) es generar un sistema de configuración de productos que reduzca la brecha entre los requerimientos del mercado y lo que ofrece el producto actual. La investigación de (Carvalho, Grillo, & Tessari, 2015), propone un



software que complementa a CAI (a través de herramientas TRIZ) en la ideación de nuevos productos. A pesar de que CSP y CAI coinciden en que debe facilitarse la adecuación de un producto, estos enfoques no se han utilizado juntos para resolver un problema de personalización de productos. La figura 2 sintetiza la información más relevante del estado del arte.



Autor	Objetivo	Ventajas	Obstáculos
(Mugge, Schoormans, & Schifferstein, 2009)	Personalizar un producto que brinde a los clientes oportunidades para actuar como co-diseñadores y formar parte fundamental del diseño, forma y función del producto que esperan comprar.	Proporciona a los diseñadores una visión general para desarrollar nuevas opciones de personalización.	La personalización no es libre para el cliente porque es planificada.
(Heuvelmans, 2010)	Explorar el proceso de diseño de un producto para proporcionar una estrategia de personalización masiva.	Define los requisitos de diseño de productos relacionados para la estrategia de personalización masiva.	Los procesos de personalización no son ágiles, además, necesitan más investigaciones para obtener información de los requerimientos de personalización.
(Carvalho, Grillo, & Tessari, 2015)	Proponer un software que complementa a CAI en la ideación de nuevos productos.	Genera nuevas ideas valiosas para el mercado según las características de las empresas.	El proceso es más complejo en comparación de la técnica de ideación de nuevos productos (lluvia de ideas).
(Spallek & Krause, 2016)	Sugerir a las empresas manufactureras que una de sus responsabilidades es fabricar productos que satisfagan las necesidades individuales de los clientes.	Presenta las mejoras recientes de un tipo de fabricación (fabricación aditiva) a través de tres etapas: diseño especial, adaptación específica e individualización estandarizada.	El ensamble del producto personalizado puede variar al esperado. Adaptar un producto a personalizar es complicado.
(Sun, Houssin, Renaud, & Gardoni, 2016)	Explicar lo que ocurre cuando se toma en cuenta los requisitos del usuario en la etapa de diseño, que ocurre cuando se toma una estrategia adecuada para mejorar el rendimiento del producto.	El diseño conceptual evita costosas modificaciones antes de la etapa de prototipado.	Es necesario construir un manual de tareas requeridas en el proceso para la creación de prototipos.
(Kaneko & Kishita, 2017)	Encontrar oportunidades que prolonguen la vida útil y valor de un producto, a través de la personalización de productos.	Se desarrolla el proceso de personalización (diseño, fabricación y suministro) para cada usuario de forma individual.	El trabajo necesita ampliarse para hacer un análisis avanzado de los requisitos para el modelado de la metodología de personalización.
(Lin et al., 2017)	Resaltar la ventaja competitiva de personalizar productos que satisfagan las necesidades de mercados diversificados.	El resultado de dotar a un producto con características personalizables repercute en la experiencia que adquiere el usuario mediante la configuración de su producto.	Los productos inteligentes con funciones sobrecargadas, produce confusión para personalizar.
(Zheng, Xu, Yu, & Liu, 2017)	Generar un sistema de configuración de productos que reduzca la brecha entre los requerimientos del mercado y lo que ofrece el producto actual.	Los módulos de personalización, facilitan el diseño para que se pueda escalar satisfaciendo distintos nichos de mercado.	Se necesitan más estudios de diseño en varios productos para permitir éxito personalizado en el desarrollo de productos.

Figura 2. Cuadro comparativo de autores.



Con el análisis de estas investigaciones (en la figura 2), se concluye que el diseño de un producto en fases de desarrollo debe enfocarse en la satisfacción de los requerimientos del cliente involucrándolo en el proceso. Los autores establecen que la ventaja de un producto personalizado, radica en las experiencias del usuario en los procesos de configuración, sin embargo, entender todas las configuraciones y las contradicciones de sus atributos, resulta una tarea compleja. En consecuencia, se requiere usar herramientas informáticas que faciliten este proceso. Por lo tanto, la originalidad de la ponencia destaca la integración de los enfoques de CAI y CSP, con el objetivo de facilitar el proceso de personalización.

### 3. Metodología

De acuerdo con el análisis de la literatura, se tomó como base la metodología para el desarrollo de productos personalizados realizada por (Kaneko, Kishita, & Umeda, 2018), la cual fue modificada integrando CAI (herramientas TRIZ: sistema ideal, recursos y contradicciones) y CSP con un enfoque mixto donde domina el enfoque cualitativo en las primeras fases de la metodología y un enfoque cuantitativo en las últimas. La propuesta metodológica se representa en la figura 3 y está compuesta por cinco etapas.



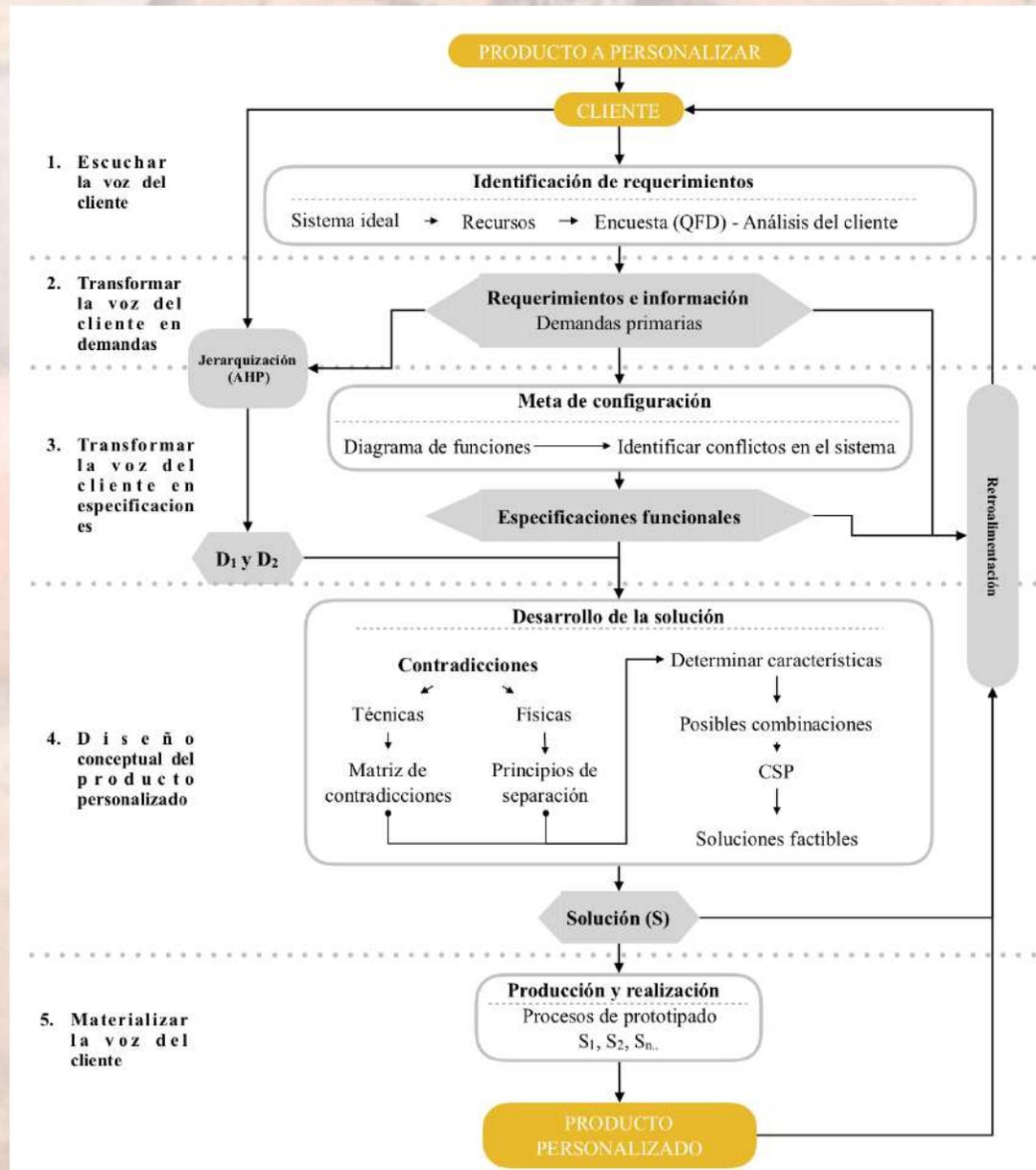


Figura 3. Fuente: elaboración propia basada en (Kaneko, Kishita, & Umeda, 2018) con metodología que combina CAI y CSP para el proceso de personalización.

### 3.1 Escuchar la voz del cliente

En la primera fase se identifica el producto que será personalizado, el cual determina el perfil del cliente objetivo. Las herramientas que son utilizadas para definir las características para el producto personalizado son: sistema ideal y la identificación de recursos; conociendo estos elementos, es posible realizar encuestas para que el cliente determine la importancia de los requerimientos del producto personalizado. En su

libro (Terninko, 1997) afirma que realizar este cuestionamiento a 20 personas, es suficiente para entender la voz del cliente.



### 3.2 Transformar la voz del cliente en demandas

Con la información recopilada en la etapa anterior se definen las demandas primarias (D1) del cliente.

### 3.3 Transformar demandas en especificaciones

En la transición entre las etapas 2 y 3, se ejecuta la jerarquización de las demandas primarias haciendo uso del proceso de análisis jerárquico, AHP (Pakizehkar, Sadrabadi, Mehrjardi, & Eshaghieh, 2016). Para obtener las especificaciones funcionales para el producto personalizado, se desarrolla un diagrama de funciones (Bytheway, 2007). Con este diagrama es posible visualizar la meta de configuración, a través de un esquema en donde se observa la interacción de los elementos del sistema, así como los conflictos que surgen de modificar las interacciones del mismo.

### 3.4 Diseño conceptual de producto personalizado

Durante esta etapa se definen contradicciones (físicas o técnicas) a partir de los requerimientos y especificaciones funcionales. Las contradicciones físicas, son resueltas con los principios de separación; las técnicas, mediante de la matriz de resolución de contradicciones. Es en esta etapa se resuelven conflictos y se proponen soluciones. La interpretación de los principios de separación o de los principios inventivos nos lleva a identificar alternativas de solución. Con las alternativas, es posible plantear combinaciones que generan nuevas y factibles soluciones para el sistema. Por lo tanto, el esquema de combinaciones se desarrolla través de un software dedicado a la programación de satisfacción por restricciones (CSP) y así, identificar las soluciones factibles (S), que van desde: S1, S2, ...Sn.

### 3.5 Materializar la voz del cliente

Para concluir el proceso, se elige una de las soluciones encontradas en el software y se ejecuta un proceso de prototipado del producto personalizado. La metodología mantiene una retroalimentación





constante con el cliente, con la finalidad de evaluar los resultados obtenidos en cada etapa del proceso, y así, alinear los resultados a las demandas de personalización que busca el cliente. Para concluir la propuesta, el prototipo es validado bajo las métricas de evaluación definidas en el QFD.

## 4. Resultados y caso de estudio

Los siguientes puntos describen el despliegue de cada una de las etapas de la metodología y describe la información o resultado parcial obtenido mediante un caso de estudio. Las fuentes de información para el estudio del caso fueron:

- Encuestas estructuradas en línea con base en (Terninko, 1997).
- Observación del comportamiento del producto.
- Análisis teórico del grupo de investigación sobre requerimientos técnicos del producto.

### 4.1 Escuchar la voz del cliente

#### 4.1.1 Producto a personalizar: contexto de trabajo y análisis del producto

Para el caso de estudio se detectó una problemática en las carpetas convencionales con argollas. La carpeta de argollas convencional tiene unas medidas de 29.2 cm de largo por 25.5 cm de ancho, un tamaño de argolla de 3" y una capacidad de hasta 670 hojas. Este tipo de carpetas suelen tener 3 argollas, forradas de plástico y en ambas solapas de la carpeta unas pequeñas bolsas para introducir documentos y hojas blancas sin orificios para insertarlas en la carpeta. El análisis de una carpeta convencional determinó la siguiente información:

- Su función principal es almacenar hojas.
- La argolla sujeta hojas.
- Protege los documentos almacenados. Sirve como base de apoyo para escribir.



- La carpeta tiene un peso aproximado de 100 gr. sin hojas. Con una capacidad de 100 hojas su peso es de 300 gr. lo que permite trasladarla fácilmente.



- Su tamaño suele ser incomodo al llevarla con otros productos
- Para los zurdos las argollas estorban al momento de escribir (la mano choca con las argollas haciendo incómodo su uso).

## 4.1.2 Cliente

Un estudio realizado por la UNAM demuestra que, *“entre el 10 y 13 por ciento de la población a nivel mundial son siniestros (se les denomina así en contraposición al término diestro), en México, este porcentaje representa 13 millones de personas diestras”* (UNAM, 2016). El uso de carpetas con argollas convencionales para los usuarios zurdos tiene varias desventajas, ya que las argollas que sujetan las hojas en la carpeta están colocadas de tal forma que complican la escritura. Desplazar la mano para la escritura es complejo, las hojas se rompen con facilidad y el desgaste del objeto es mayor cuando el usuario es zurdo.

Como consecuencia, se propone personalizar el diseño de una carpeta convencional que logre satisfacer las necesidades de usuarios zurdos y diestros. Este problema será abordado con la metodología mencionada en la sección 3. Con el objetivo de demostrar la integración de CAI y CSP como herramientas de personalización en el desarrollo de productos que satisfagan los requerimientos de los clientes.

## 4.1.3 Sistema ideal

“El producto se adapta por sí mismo al usuario y a los requerimientos de volumen, además mejora su funcionalidad por medio de la adición de accesorios o aditamentos”.

## 4.1.4 Recursos

Una carpeta escolar es usada en distintos contextos. Los lugares en donde se usa este objeto van desde casa, un aula de clases, en el transporte, al aire libre, entre otros. Independientemente del uso que reciba la carpeta por parte del usuario, los entornos en los que se



encuentra el cliente le otorga la posibilidad de usar los siguientes recursos:



- **Ambientales:** dependiendo de la actividad del usuario la carpeta puede ser usada en distintos contextos, puede ser en un campo deportivo (bancas, pizarras, vestidor), en un laboratorio (mesas de trabajo, muros, ventanas), en un salón de clases (mesas, muros), en una habitación (cama, sillas). Cada contexto tendrá diferentes recursos en el ambiente.

- **Espaciales:** el objeto se usa en posición horizontal o vertical, tiene distintos tamaños y las formas varían dependiendo el tamaño de la hoja que se utilice en la carpeta. Hay espacio vacío y superficies no utilizadas.

- **Sustancias:** Las propiedades de los materiales utilizados para fabricar una carpeta destacan plásticos, cartones, madera, algunos metales, entre otros.

- **Recursos de energía y campos de fuerza:** Luz de sol, sonido, energía del usuario que interactúa con la carpeta, energía cinética, entre otras energías presentes en el sistema y en el ambiente que lo rodea.

- **Recursos de información:** Por lo general, el sistema se personaliza y representa la identidad del usuario o el contexto de donde se usa. Igualmente, el sistema genera información hay variaciones de peso, flexión derivada de un esfuerzo mecánico, entre otros flujos de información que genera el objeto durante su uso.

#### 4.1.5 Encuesta

Para identificar los requerimientos de los clientes, se realizó una encuesta estructurada en línea a 25 personas a través de la plataforma Google Forms.

#### 4.2 Transformar la voz del cliente en demandas

Se definieron las demandas primarias (D1) y demandas secundarias (D2) como se muestra en la figura 4:



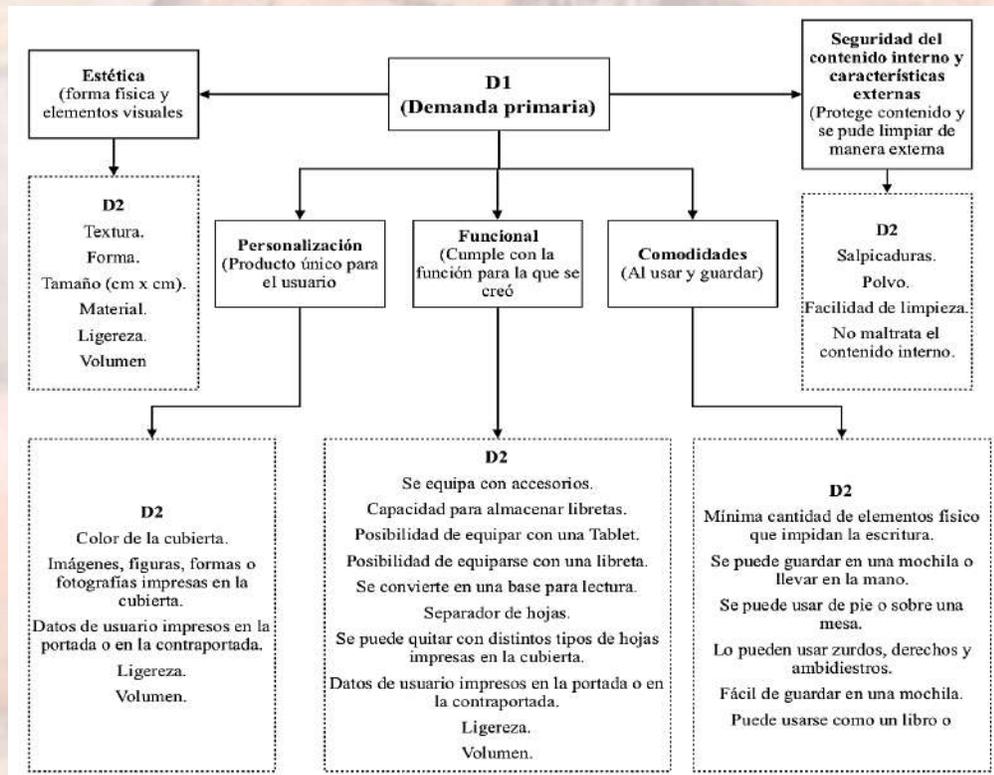


Figura 4. Demandas primarias y secundarias

### 4.2.1 Jerarquización

El proceso de AHP permite priorizar las demandas de los clientes y los atributos de diseño para la carpeta. La figura 5 muestra la importancia de los atributos, según la valoración de los encuestados (donde 1 es mayor importancia y 5 la menor).

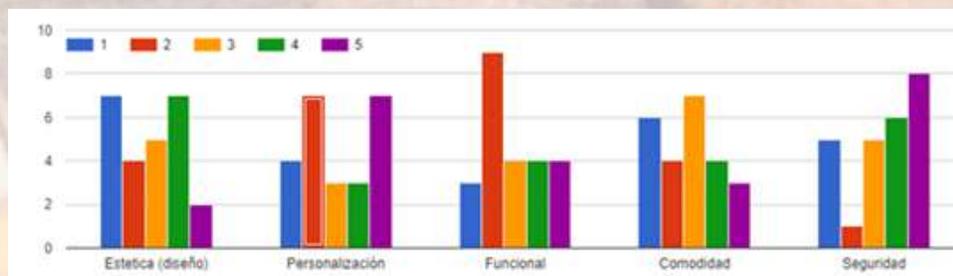


Figura 5. Resultados de la encuesta.



Los valores asignados por la escala de Saaty respecto a la importancia asignada por los clientes (tabla 1), determina que el ordenamiento del AHP es aceptable, pues el índice de consistencia (tabla 2) es menor a 0.1 (Saaty, 2008).



*Tabla 1. Escala de importancia*

1	Igual importancia
3	Importancia moderada
5	Fuerte importancia
7	Muy alta importancia
9	Extremadamente importante

*Tabla 2. Relación de consistencia*

Índice de consistencia	0.0574
Índice de consistencia aleatorio	1.12
Relación de consistencia (RCI)	0.0512



*Tabla 3. matriz AHP*

	<b>E</b>	<b>P</b>	<b>F</b>	<b>C</b>	<b>S</b>
Estética	1.0000	3.0000	0.2000	0.3333	3.0000
Personalizable	0.3333	1.0000	0.1429	0.2000	1.0000
Funcional	5.0000	7.0000	1.0000	3.0000	7.0000
Comodidad	3.0000	5.0000	0.3333	1.0000	5.0000
Seguridad	0.3333	1.0000	0.1429	0.2000	1.0000
$\Sigma$	<b>9.6667</b>	<b>17.0000</b>	<b>1.8190</b>	<b>4.7333</b>	<b>17.0000</b>
$\lambda$ Max	<b>5.2294</b>				

Por lo tanto, el ordenamiento por importancia de las demandas representado por la matriz de la tabla 3 es el siguiente:

1. Estética.
2. Personalización.
3. Funcionalidad.
4. Comodidad.
5. Seguridad.

En la figura 6 se muestra el resumen del AHP de las demandas primarias y secundarias.



Figura 6. Resumen de demandas primarias y secundarias.

Demanda primaria	%	Resumen		
		Demanda secundaria	Promedio	Importancia
Estética (forma física y elementos visuales)	12.74%	Textura	0.05	0.01
		Forma	0.15	0.02
		Tamaño	0.44	0.06
		Material	0.08	0.01
		Ligereza	0.25	0.03
		Volumen variable	0.03	0.00
Personalización (¿como se ve un producto único para el usuario?)	5.46%	Color cubierta	0.06	0.00
		Imágenes, figuras, formas o fotografías impresas en la cubierta	0.12	0.01
		Datos de usuario impresos en la portada o contraportada (Nombre, número de teléfono, dirección, logos)	0.55	0.03
		Se equipa con algunos accesorios. (batería, celda solar, llavero, memoria USB, localizador...)	0.27	0.01
Funcional (cumple la función para la que esta hecho)	50.49%	Capacidad para almacenar libretas	0.35	0.17
		Posibilidad de equipar con una tablet	0.28	0.14
		Se convierte en una base para lectura	0.04	0.02
		Separador de hojas	0.07	0.04
		Se puede equipar con distintos tipos de hojas	0.27	0.14
		Minima cantidad de elementos físicos que impidan la escritura (1,2,3...n)	0.18	0.05
Comodidad (¿que tan cómodo es de usar y guardar?)	25.86%	Se puede transportar en una mochila o llevar en la mano	0.05	0.01
		Se puede usar de pie o sobre una mesa	0.17	0.04
		Lo pueden usar zurdos, derechos y/o ambidiestros	0.11	0.03
		Fácil de guardar en una mochila	0.16	0.04
		Puede usarse como un libro (dos paginas) o cuaderno (una pagina)	0.15	0.04
		Se abre y cierra rápidamente	0.14	0.04
		Se puede colgar	0.04	0.01
		Salpicaduras	0.12	0.01
		Polvo	0.07	0.00
		Facilidad de limpieza	0.24	0.01
Seguridad del contenido interno y características externas. (protege contenido interno y se puede limpiar la parte externa)	5.46%	No maltrata el contenido interno.	0.57	0.03
<b>Total</b>	<b>100.00%</b>			<b>1.00</b>

### 4.3 Transformar demandas en especificaciones

#### 4.3.1 Diagrama de funciones

Para satisfacer las necesidades de los clientes es necesario transformar la voz del cliente en especificaciones funcionales. Por lo tanto, el primer paso es definir la función principal del sistema: " almacenar documentos". El siguiente paso es definir cada uno de los componentes que interactúan para conseguir la función principal del sistema. Cada uno de los componentes se listan en la tabla 4 y se realiza un diagrama de funciones para comprender los efectos que estos generan en su interacción (ver figura 7).



- ¿Cómo modificar la tapa frontal y posterior para que sujeten documentos o aditamentos sin dañarlos?
- ¿Cómo modificar el lomo sin deformar las tapas?
- El mecanismo de sostén debe sujetar sin impedir la escritura.



#### 4.4 Diseño conceptual de producto personalizado

##### 4.4.1 Contradicciones

Las contradicciones físicas indica que el objeto debe ser:

- Rígido y flexible.
- Debe ser pequeño, pero también debe ser grande.

El principio de separación utilizado fue el concepto de separación entre el todo y sus partes. Este principio sugiere que la interacción entre componentes puede producir efectos que no existen a un diferente nivel sistémico. Siguiendo esta lógica se sugiere que las tapas de una carpeta son elementos rígidos que por sí solas pueden cumplir distintas funciones, almacenaje, equipar, sostener, guardar, entre otras. El lomo de la carpeta permite la flexibilidad de las tapas, sin embargo, está limitado, por lo tanto, si el lomo es modificado puede volverse un sistema que permita la interacción de todas las partes del sistema. Para este trabajo no fue necesario plantear el problema como una contradicción técnica, sin embargo, para otros casos la contradicción técnica puede ser la más apropiada y entonces ser resuelta a través de la matriz de los 39 parámetros de TRIZ.

Una vez planteada y resuelta la contradicción, se procedió a seleccionar aquellos elementos que producen contradicciones:

- Lomo con mecanismo de sostén.
- Lomo con tapa trasera.
- Lomo con tapa frontal.
- Mecanismo de sostén con tapa trasera.
- Mecanismo de sostén con tapa frontal.



#### 4.4.2 Determinar características

Como resultado de la etapa anterior, se determinaron las siguientes características:



- El lomo debe ser flexible y ajustable.
- Las tapas frontal y trasera pueden tener las mismas características, por lo tanto, se consideran de ahora en adelante como “tapas”.
- El mecanismo de sostén debe ser movable (con la capacidad de removerse) y ajustable.

#### 4.4.3 Posibles soluciones

A través de la información recopilada, se plantea el problema de satisfacción de restricciones para la personalización en la tabla 5:



*Tabla 5. Variables, dominios y restricciones para CSP.*

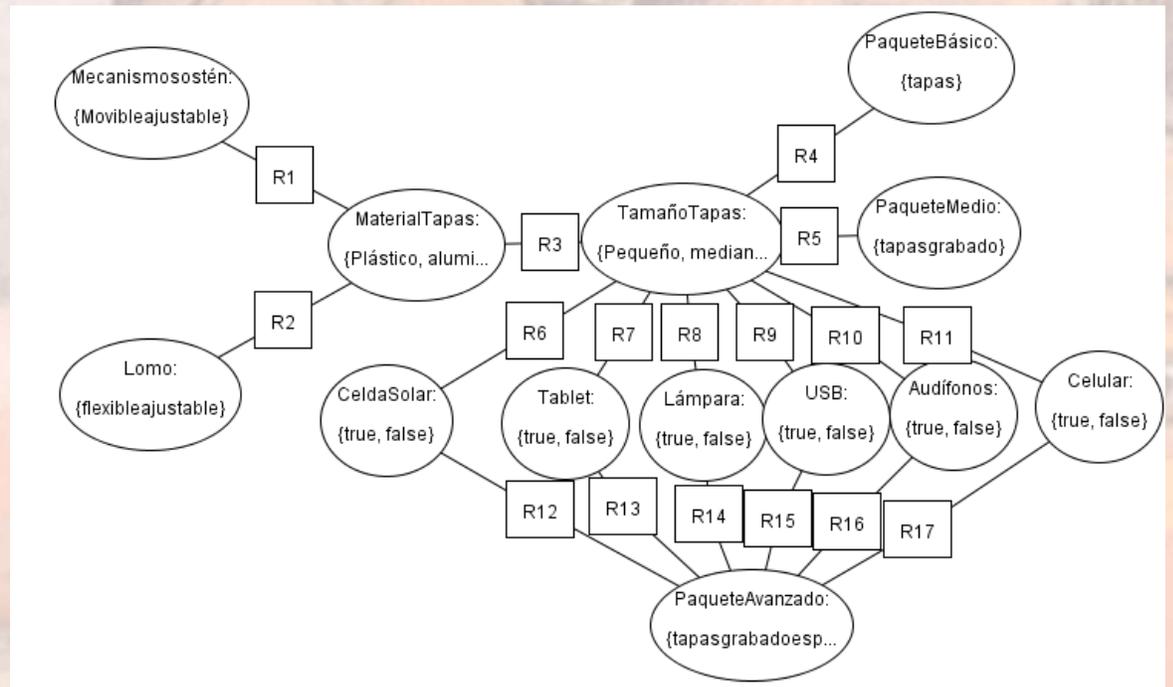
Variables	Material	Tamaño	Paquete básico	Paquete medio	Paquete avanzado
<b>Dominios</b>	Plástico, aluminio, madera prefabricada	Pequeño, mediano, grande	Tapas	Tapas, grabado de texto o imagen	Tapas, grabado de texto o imagen y espacio para celda solar, Tablet, lámpara, USB, audífonos, celular
<b>Restricciones</b>	El paquete básico no puede tener grabado, ni espacio para gadgets. El paquete medio no puede tener espacio para gadgets.				

#### 4.4.4 CSP

Con estas características se formuló un esquema de combinaciones haciendo uso del software CSP Applet en el proceso de programación de satisfacción por restricciones a partir del algoritmo de Backtracking cronológico (BT). Este algoritmo realiza una búsqueda que explora profundamente cada conjunto de combinaciones, además comprueba sus dominios y restricciones (Salido & Giret, 2008) (figura 8).



Figura 8. Esquema de restricciones en CSP Applet, (creación propia)



#### 4.4.5 Soluciones factibles

Se encontraron 27 soluciones factibles para las configuraciones de los componentes que no afectarán las funciones del producto.

Por ejemplo, para personalizar el paquete “Básico”, las restricciones son:

- No puede llevar grabado de texto o imagen.
- No cuenta con espacios para gadgets.

#### 4.4.6 Solución propuesta

Conforme a las combinaciones que generó CSP Applet, una de ellas dio como resultado la combinación de la figura 9.

Figura 9. Resultado de combinación CSP Applet.

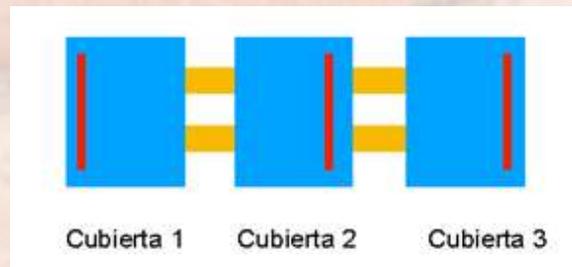
MaterialTapas in {madera}

Solution found: Lomo = flexibleajustable, MaterialTapas = madera, TamañoTapas = grande, Mecanismosostén = Movableajustable, PaqueteBásico = tapas

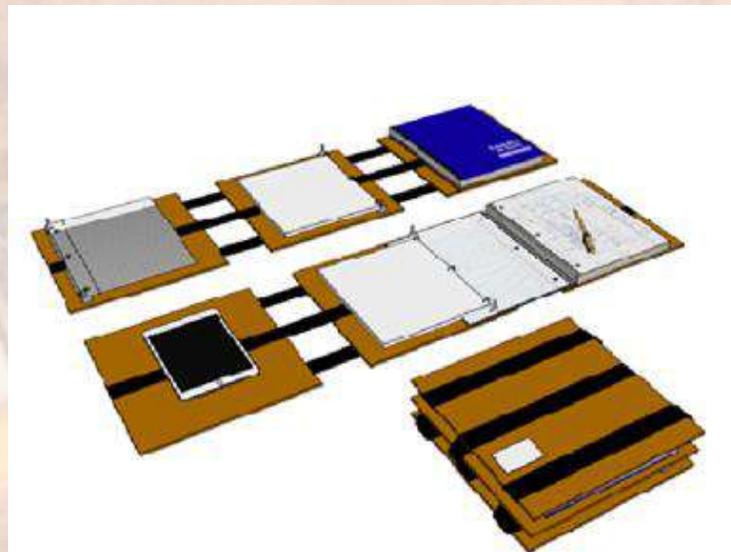


De este modo, el ejemplo de personalización de la carpeta en la figura 9 pertenece al paquete básico (definido en la sección 4.4.3). El material para la carpeta es de madera comprimida, el lomo es flexible y ajustable, el tamaño de las tapas es grande, el mecanismo de sostén es movable y ajustable. Dentro del ejemplo, las cubiertas se convierten en elementos independientes que pueden lograr una función en particular, dependiendo del uso que se requiera el sistema. Además, cada cubierta tiene la capacidad de adaptarse al usuario, permitiendo remover el sistema de sujeción de argollas o incluso invertir la cubierta, personalizar tamaño, material, grabado o espacios de almacenamiento de gadgets. La propuesta de diseño conceptual de la carpeta personalizada es la representada en las figuras 10 y 11.

*Figura 10. Propuesta de diseño conceptual.*



*Figura 11. Modelo de diseño conceptual.*



Para concluir el proceso, los resultados se representan mediante la materialización un prototipo, así como la definición de las características específicas del producto.



#### 4.5 Producción y realización

Con estas características se desarrolló un prototipo que cumpliera con lo descrito en una de las combinaciones obtenidas, las imágenes del prototipo se muestran a continuación en la figura 12:

*Figura 12. Prototipo.*



##### 4.5.1 Validación

El prototipo y diseño conceptual es validado con base en las métricas de evaluación definidas por las demandas secundarias, por ejemplo, para la demanda primaria “estética” se consideraron las demandas secundarias de: tamaño, textura, forma, material y ligereza con los resultados de la tabla 6:



Tabla 6. Validación prototipo.

Necesidades del cliente	Evaluación QFD	Resultado esperado	Resultado final
Estética (forma física y elementos visuales)	Tamaños	El tamaño de la carpeta mantiene un promedio de 34 x 25 x 10 cm.	La carpeta puede ser de tres distintos tamaños: pequeño, mediano y grande.
	Textura	Las superficies no deben de dañar el contenido ni los aditamentos.	Los materiales empleados (madera) protegen el contenido.
	Forma	Debe ser capaz de adaptarse al tamaño de una libreta y hojas	La forma es flexible y el lomo se ajusta al tamaño de los elementos que se introduzcan, con un límite de 5 cm.
	Material	El material que se emplea debe resistir caídas de 0.90 m	El material empleado (madera) resistió la caída, sin embargo, se deformaron las esquinas.
	Ligereza	El peso de la carpeta debe de ser de menor de 400 g	El peso de la carpeta vacía es de 400 g

### Conclusiones

La personalización es una estrategia para incrementar la satisfacción del cliente y entregar al mercado productos más congruentes con las expectativas del cliente. El propósito de este artículo es destacar que la personalización genera conflictos en la estructura de un producto, los cuales deben resolverse antes de hacer una propuesta al mercado. Esto implica que la fase de diseño conceptual es crucial para obtener productos que puedan ser personalizados. Este artículo describe la combinación de dos técnicas para resolver los problemas intrínsecos de la personalización: la Innovación Asistida por Computadora y el enfoque de la satisfacción de restricciones (CSP).



El proceso seguido y los resultados obtenidos proporcionan una contribución para el proceso de personalización, a través del análisis de los requerimientos de los clientes durante la etapa de diseño conceptual de un producto. La metodología permite el diseño de un prototipo conceptual que se crea a partir de cada uno de los resultados obtenidos por las etapas de la metodología. Paralelamente, la metodología presentada ofrece nuevas funciones:

- Formular conflictos mediante contradicciones a partir del análisis del sistema del producto.
- Las variables para el esquema de combinaciones están propuestas con respecto a las funciones que pueden evitar un efecto nefasto en los componentes del producto.

Adicionalmente, el enfoque debe ser enriquecido por una interfaz que permita la interacción entre un usuario y el menú para seleccionar la configuración de personalización deseada. Con el objetivo de que en un futuro se implementen CSP y CAI en una interfaz que retorne experiencias e identifique ventajas y limitaciones del enfoque propuesto.

En conclusión, se puede considerar que la estrategia de personalización propuesta satisface los requerimientos de la voz del cliente. Comprobado con el diseño conceptual de una carpeta ambidiestra personalizada para potencializar y mejorar las funciones del producto convencional.

## Bibliografía

Alarcón, F., Parra, A., Alemany, M. del M. E., & Lario, F. C. (2010). La personalización en masa y su incidencia en los procesos de gestión de pedidos y planificación de la producción. En *4th International Conference On Industrial Engineering and Industrial Management* (pp. 1288–1298).

Alcalde, J. C. (2017). Personalización de productos y servicios: Una quimera posible. Recuperado el 4 de diciembre de 2017, a partir de <http://www.expansion.com/blogs/consumidor-que-viene/2017/05/11/personalizacion-de-productos-y-servicios.html>



Avila, B. M. R., & Vazquez, I. M. A. C. (2013). GENERACIÓN DE INNOVACIÓN A TRAVÉS DEL APROVISIONAMIENTO ESTRATÉGICO CORPORATIVO.



Barber, F., & Salido, M. A. (2003). Introducción a la Programación de Restricciones. Recuperado el 20 de mayo de 2017, a partir de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=92572002>

Becerra, Á. M. U. (2011). Personalización: Producto e individualidad. *Revista Nexus Comunicación*.

Bytheway, C. W. (2007). *FAST Creativity and Innovation: Rapidly Improving Processes, Product Development and Solving Complex Problems*. J. Ross Publishing.

Carvalho, M. A. de, Grillo, J. G. B., & Tessari, R. K. (2015). Methodology and Software for New Product Ideation. *Procedia Engineering*, 131, 352–358. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.12.414>

Heuvelmans, E. (2010). *Implementation of a mass customization strategy*. Recuperado a partir de <http://arno.uvt.nl/show.cgi?fid=121051>

Kaneko, K., & Kishita, Y. (2017). In Pursuit of Personalization Design. *Procedia CIRP*, 61, 93–97. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.12.003>

Kaneko, K., Kishita, Y., & Umeda, Y. (2018). Toward Developing a Design Method of Personalization: Proposal of a Personalization Procedure. *Procedia CIRP*, 69, 740–745. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.11.134>

Leon, N. (2009). The future of computer-aided innovation. *Computers in Industry*, 60(8), 539–550. <https://doi.org/10.1016/j.compind.2009.05.010>

Lin, Y., Yu, S., Zheng, P., Qiu, L., Wang, Y., & Xu, X. (2017). VR-based Product Personalization Process for Smart Products. *Procedia Manufacturing*, 11, 1568–1576. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.297>

Lloveras, J. (2007). Creatividad en el diseño conceptual de ingeniería de producto. *Creatividad y Sociedad*, (10), 133–145.





Mugge, R., Schoormans, J. P. L., & Schifferstein, H. N. J. (2009). Incorporating consumers in the design of their own products. The dimensions of product personalisation. *CoDesign*, 5(2), 79–97. <https://doi.org/10.1080/15710880802666416>

Norman, D. (2005). *Emotional Design: Why We Love (or Hate) Everyday Things*. New York: Basic Books.

OECD, & Communities, S. O. of the E. (2007). Oslo Manual. <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>

Pakizehkar, H., Sadrabadi, M. M., Mehrjardi, R. Z., & Eshaghieh, A. E. (2016). The Application of Integration of Kano's Model, AHP Technique and QFD Matrix in Prioritizing the Bank's Substructions. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 230, 159–166. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.09.020>

Pereira, J. A., Matuszyk, P., Krieter, S., Spiliopoulou, M., & Saake, G. (2018). Personalized recommender systems for product-line configuration processes. *Computer Languages, Systems & Structures*. <https://doi.org/10.1016/j.cl.2018.01.003>

Robles, G. C., Lasserre, A. A., & Torreblanca, A. M. (2009). Sinergia entre la teoría TRIZ y la administración como estrategia para impulsar el proceso de innovación.

Saaty, T. L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Services Sciences*, 1(1), 83–98. <https://doi.org/10.1504/IJSSci.2008.01759>

Salido, M. A., & Giret, A. (2008). Feasible distributed CSP models for scheduling problems. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, 21(5), 723–732.

Spallek, J., & Krause, D. (2016). Process Types of Customisation and Personalisation in Design for Additive Manufacturing Applied to Vascular Models. *Procedia CIRP*, 50, 281–286. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.05.022>



Sun, X., Houssin, R., Renaud, J., & Gardoni, M. (2016). Integrating User Information into Design Process to Solve Contradictions in Product Usage. *Procedia CIRP*, 39, 166–172. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.01.183>



Terninko, J., Zusman, A., & Zlotin, B. (1998). *Innovación sistemática: una introducción a TRIZ* (Edición: 1). Boca Raton: CRC Press.

UNAM, B. (2016). Los zurdos, un grupo aún discriminado. *Boletín UNAM-DGCS-537*. Recuperado a partir de [http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016\\_537.html](http://www.dgcs.unam.mx/boletin/bdboletin/2016_537.html)

Vásquez, J. J. C., Ortuño, B. H., & Triana, N. Y. R. (2013). El diseño de productos en el contexto de la personalización en masa. *Iconofacto*, 9(12), 136–153.

Zheng, P., Xu, X., Yu, S., & Liu, C. (2017). Personalized product configuration framework in an adaptable open architecture product platform. *Journal of Manufacturing Systems*. <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>

