

"Propuesta Metodológica Para El Rediseño De Productos Con Enfoque En La Innovación".

Sergio Aristizábal Restrepo

Universidad EAFIT

Medellín.

"Propuesta Metodológica Para El Rediseño De Productos Con Enfoque En La Innovación".

SERGIO ARISTIZÁBAL RESTREPO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de Maestro en Ingeniería.

Asesor: ALVARO DE JESUS GUARIN GRISALES

MEDELLIN

UNIVERSIDAD EAFIT

ESCUELA DE INGENIERIAS

2016

Nota de Aceptación

Presidente de Jurado:

Jurado

Jurado

Medellín, Septiembre de 2016

AGRADECIMIENTOS

A todos los que de una u otro forma participaron en el desarrollo de este proyecto.

METODOLOGÍA DE REDISEÑO DE PRODUCTOS, UN ENFOQUE PARA LA INNOVACION

“La innovación tiene una connotación asociada al mundo empresarial y tecnológico... debe asegurar una ventaja competitiva sostenible.” La creatividad en función de la innovación debe pasar por un tamiz de preguntas tales como: La propuesta ¿aporta una solución excepcional o nueva al usuario?, ¿supera claramente la solución anterior o existente?, ¿los recursos para desarrollarla son viables para la empresa?, ¿son asumibles los obstáculos para llevarla a cabo?, ¿el tiempo de desarrollo está en la escala real?

Paul Montanaro, Periódico El Colombiano, Medellín, octubre 26 de 2014.

RESUMEN

La Innovación es una de las mejores estrategias que tienen industriales, comercializadores y diseñadores para la permanencia y crecimiento de sus negocios. El disponer de una herramienta que facilite y agilice el desarrollo de productos innovadores juega un papel muy importante por la disminución en el tiempo de respuesta y el asertividad para lograrla. Se presenta aquí un método¹ basada en el Rediseño² Estructurado de productos que permite desarrollar propuestas novedosas con alta posibilidad de ser innovadoras. Esta propuesta en sí misma es un rediseño de otras tomadas como referentes y a las cuales se

¹ Entiéndase por Método la guía o el camino a seguir por el cual se llega a cierto resultado o que permite lograr un fin específico.

² Rediseño: Intervenir un producto Referente el cual permanece en esencia, conserva las funciones que permiten identificarlo como tal o para su uso, es, comúnmente, el resultado de un proceso y de la solución a insatisfacciones manifiestas. se plantea que existen dos tipos de rediseños: *Adaptación*, la cual consiste en cambiar o evolucionar algunos aspectos o componentes del producto original dándole características de uso o presentación modificadas y disponiéndolo, incluso para un uso diferente al original (dentro de esta categoría entran los procesos de actualización tecnológica). *Variante Constructiva*: en la cual se realizan variaciones a los parámetros de funcionamiento, a los Materiales, a las Formas u otros aspectos para potencializar su uso, dar mejores prestaciones o mejorar el desempeño (Menor consumo o mejores especificaciones de uso) [10].

integran herramientas de fácil manejo, pero de comprobada efectividad en el campo del diseño.

PALABRAS CLAVE: Innovación, Rediseño de Productos, Métodos de Diseño, Herramientas de Diseño, Diseño para X.

ABSTRACT

“Innovation is one of the best strategies that industry, retailers and designers for the maintenance and growth of their businesses. Having a tool to facilitate and accelerate the development of innovative products play a very important role in decreasing response time and assertiveness to achieve. A methodology based on the Structured Product Redesign develops innovative proposals that enables high possibility of being innovative is presented here. The proposal itself in a redesign of others taken as reference and user-friendly tools which have proven effective but are integrated into the design field.”

KEYWORDS: Innovation, Products Re-Design, Design Methods, Design Tools, DFX.

Contenido

Contenido.....	9
ÍNDICE DE TABLAS	11
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	13
1. INTRODUCCIÓN.....	15
2 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	17
2.1 Pregunta de la investigación:	17
2.2 Objetivos:	17
2.2.1 General:.....	17
2.2.2 Específicos:	17
2.3 Justificación	17
2.4 Alcance:	18
2.5 Metodología:.....	18
3 MARCO TEÓRICO.....	20
3.1 Funcionalidad versus Multifuncionalidad de los Productos.....	20
3.2 Deseos, Necesidades, Requerimientos y Especificaciones.....	21
3.3 Métodos, Metodías, Metodologías.....	21
3.3.1 Métodos:.....	21
3.3.2 Metodico:.....	21
3.3.3 Metodologías y Metodológicas:	21
4 ESTADO DEL ARTE.....	22
4.1 Rediseñar Productos para la Innovación.....	23
4.2 Análisis Multisectorial de los Requisitos para Diseñar Verdaderas Innovaciones	25
5 PROPUESTA	27
5.1 Pasos o Etapas De La Metodología.....	28
5.2 Desarrollo De La Metodología.	30
5.2.1 Paso 1: Definición del Tipo De Producto	30
5.2.2 Paso 2. Identificación De Las Especificaciones Para El Rediseño.....	32
5.2.3 Paso 3. Selección De Los Productos De Referencia.....	48
5.2.4 Paso 4. Identificación de Los Componentes	50

5.2.5 Paso 5. Identificación De Los Componentes Claves	53
5.2.6 Paso 6. Identificación De Los Conflictos	54
5.2.7 Paso 7. Generación De Alternativas De Solución.....	56
5.2.8 Paso 8. Verificación de Los Resultados	63
6. Caso.....	67
7 CONCLUSIONES.....	110
8 RECOMENDACIONES O FUTUROS TRABAJOS	112
9 REFERENCIAS	113

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Propuesta Rediseñar Productos para la Innovación[3], (Elaboración Propia)	24
Tabla 2 : Propuesta de Planteamiento de Especificaciones para el Desarrollo de Verdaderas Innovaciones [4]. (Elaboración Propia)	26
Tabla 3 : Método de Rediseño de Productos, Un Enfoque para la Innovación, (Elaboración Propia)	30
Tabla 4 Criterios de Calificación, (Palh & Beitz y Elaboración Propia)	38
Tabla 5 Cálculo de la Importancia Relativa de Cada Actor, (Elaboración Propia)	39
Tabla 6 Importancia Relativa de Cada Actor, (Elaboración Propia)	39
Tabla 7 Ponderación de Especificaciones Clientes/Usuarios, (Elaboración Propia)	41
Tabla 8 Ponderación de las Características por Actor i, (Elaboración Propia)	41
Tabla 9 Priorización de las Especificaciones, (Elaboración Propia)	42
Tabla 10 Clasificación de especificaciones e Identificación de conflictos. (Elaboración Propia)	44
Tabla 11 Matriz Tipo QFD Correlaciones y valoraciones, (Elaboración Propia)	45
Tabla 12 Matriz para evaluación de referencias. (Elaboración propia)	49
Tabla 13 : Matriz de ponderación de Componentes vs. Especificaciones (Elaboración Propia)	53
Tabla 14 Matriz de Relaciones y Acciones (Elaboración Propia)	55
Tabla 15 Variables significativas de los componentes (Elaboración Propia)	55
Tabla 16 . Efectos y Conflictos (Elaboración Propia)	56
Tabla 17 Matriz Morfológica (Elaboración Propia)	57
Tabla 18 Aplicación de la técnica SCAMPER (Adaptación Propia)	59
Tabla 19 Combinación de portadores o partes para conformar alternativas de solución. (Elaboración Propia)	60
Tabla 20 Matriz de Parámetros y calificaciones. (Elaboración Propia)	64
Tabla 21 Matriz de evaluación (Elaboración Propia)	65
Tabla 22 Método de Rediseño Enfocado en la Innovación (Elaboración propia)	69
Tabla 23 Impacto de las decisiones sobre los principales parámetros, (Elaboración propia)	72
Tabla 24 Importancia Relativa de cada Actor, (Cálculo y elaboración propia)	72
Tabla 25 Ejemplo de planteamiento de características deseadas por diferentes Actores, (Elaboración Propia)	74
Tabla 26 Ponderación de las Características expresadas por los Clientes / Usuarios, (Elaboración Propia)	75
Tabla 27 Ponderación de las Características expresadas por Producción, (Elaboración Propia)	75

Tabla 28 Ponderación de las Características expresadas por Logística, (Elaboración Propia).	76
Tabla 29 Ponderación de las Características expresadas por la Administración, (Elaboración Propia).	76
Tabla 30 Ponderación de las Características expresadas por Diseño, (Elaboración Propia).	77
Tabla 31 Ponderación de las Características expresadas por Otros Actores, (Elaboración Propia).	78
Tabla 32 Compilación de las Características expresadas por los Actores Involucrados, (Elaboración Propia).	79
Tabla 33 Ponderación Global de las Características expresadas por los Actores, (Elaboración Propia).	81
Tabla 34 Clasificación de especificaciones por Producto. (Elaboración Propia) ...	84
Tabla 35 Análisis de Conflictos entre Características, (Elaboración Propia).....	85
Tabla 36 “Nuevas” características para la conformación de especificaciones. (Elaboración propia).....	86
Tabla 37 Lista de Especificaciones para el Rediseño. (Elaboración Propia).	87
Tabla 38: Tabla de clasificación de componentes Silla de Ruedas (Elaboración Propia)	91
Tabla 39 : Tabla de clasificación de componentes Ejercitador (Elaboración Propia)	92
Tabla 40: Identificación de los componentes susceptibles de rediseño e integración para la configuración de las alternativas de solución (Elaboración Propia).	93
Tabla 41: Ponderación de funciones y componentes clave (Elaboración propia). .	94
Tabla 42: Relación Componentes Clave y Variables significativas. (Elaboración Propia).	94
Tabla 43: Relación de afectación entre componentes Clave. (Elaboración Propia)	95
Tabla 44: Matriz Morfológica con Portadores de Función (Elaboración Propia). ...	97
Tabla 45: Matriz Morfológica Combinación de Portadores para Generar Alternativas de solución. (Elaboración Propia).	98
Tabla 46: Criterios de evaluación de acuerdo con las nuevas características y con su peso relativo. (Elaboración Propia.)	103
Tabla 47: Matriz de Parámetros y Calificaciones. (Elaboración Propia).....	106
Tabla 48: Matriz de Evaluación Técnico Económica. Elaboración Propia.....	108

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Productos bi-funcionales (Google, Imágenes, 2015) [24]	20
Ilustración 2 Clasificación de Tipos de Actores, (Elaboración Propia)	34
Ilustración 3 Representación como sistema (Elaboración Propia)	51
Ilustración 4 Funciones para una referencia de teléfono celular (Elaboración propia con imágenes de Google)	52
Ilustración 5 Esquema de Árbol de Criterios de Evaluación y su peso relativo. (Elaboración propia)	64
Ilustración 6: Benchmarking para sillas de ruedas. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)	88
Ilustración 7 Benchmarking para Ejercitadores de pies y piernas. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)	88
Ilustración 8: Benchmarking para Sistemas combinados de movilidad y ejercicio. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)	89
Ilustración 9: Productos de Referencia. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)	89
Ilustración 10: Lista de componentes generales de la silla de ruedas. (Elaboración propia sobre imagen de Google 2014)	90
Ilustración 11: Identificación de componentes ejercitador de pies y piernas (Elaboración propia sobre Imagen de Google 2014)	91
Ilustración 12 Caja Negra 1 (Elaboración Propia)	96
Ilustración 13: Caja Negra 2 (Elaboración Propia)	96
Ilustración 14: Caja Negra 3 (Elaboración Propia)	96
Ilustración 15: Caja Negra 4 (Elaboración Propia)	97
Ilustración 16: Mosaico de imágenes o ilustraciones de posibles portadores o principios a emplear en la configuración de alternativas de solución. (Elaboración Propia con imágenes tomadas de Google, 2014)	98
Ilustración 17 : Boceto alternativa 1. (Elaboración Propia.)	99
Ilustración 18: Boceto alternativa 2. (Elaboración Propia)	99
Ilustración 19: Boceto alternativa 3, (Elaboración propia.)	99
Ilustración 20: Boceto alternativa 4, (Elaboración propia.)	99
Ilustración 21: Boceto alternativa 5, Elaboración propia.	100
Ilustración 22: Boceto alternativa 6, (Elaboración propia.)	100
Ilustración 23: Boceto alternativa 7, (Elaboración propia.)	100
Ilustración 24: Boceto alternativa 8, Elaboración propia.	100
Ilustración 25: Boceto alternativa 9, Elaboración propia.	101
Ilustración 26: Evolución y complemento de alternativa 1. (Elaboración propia.)	101
Ilustración 27: Evolución y complemento de alternativa 2. (Elaboración propia.)	101
Ilustración 28: Evolución y complemento de alternativa 9. (Elaboración propia.)	102
Ilustración 29: Evolución y complemento de alternativa 8. (Elaboración propia.)	102

Ilustración 30: Árbol de Criterios de Evaluación. (Elaboración Propia..... 104

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la innovación [1] se ha establecido como un factor de éxito de las empresas en el mundo que garantiza su permanencia y el crecimiento. Una estrategia fundamental para su logro es el desarrollo de nuevos productos y/o la intención de hacerlos innovadores, (que favorezcan la innovación). La innovación obsesiona a diseñadores, ingenieros y empresarios por igual y los lleva a desarrollar productos “nuevos” de diferentes maneras con el fin de obtener un significativo impacto que los convierta en innovación. Una de estas formas es intuitiva, (captura de ideas u ocurrencias momentáneas las cuales se materializan de acuerdo con sus restricciones tecnológicas, económicas de materiales y/o de procesos). Otra es de forma estructurada o metódica que permiten un desarrollo paso a paso seguible y evaluable.

Métodos, metodologías, metódicas³ han sido planteadas y propuestas por innumerables autores [2] o escuelas de diseño de productos como guías, resúmenes o propuestas para el desarrollo adecuado de soluciones a las situaciones que enfrenta el diseñador [7, pp20 -24], gran parte de ellas elaboradas a partir de la experiencia como diseñadores de sus autores y otras como resultado del análisis de las propuestas anteriores con el fin de ser enseñadas o aplicadas en determinados contextos [12].

Las bondades de disponer de un método estructurado⁴ para el desarrollo de productos en función de la innovación facilita el proceso y lo hace reproducible y controlable.

El Rediseño de productos ha sido una práctica muy común en nuestro medio, por no decir en el mundo entero, es una actividad en la que, a partir de objetos existentes, que se toman como referentes, se potencializan algunas propiedades o

³ Método [del griego *meta* (más allá) y *todos* (camino), literalmente camino o vía para llegar más lejos]; la Metodología es el estudio del Método; lo Metodológico (a): la forma de aplicar uno o varios Métodos. (Wikipedia 2015).

⁴ Forma sistemática, reproducible, enseñable, ordenada, de elaborar modelos para lograr un fin.

características para lograr un diferenciador que le sea atractivo a alguien particular, el fabricante, el cliente, el mercado o usuario e incluso al medio ambiente. Tener en cuenta que el rediseño como se entiende aquí pretende encontrar mejoras en los productos en función de hacerlos, fabricarlos, de forma más eficiente o lograr que sean más atractivos, en el sentido más amplio de la palabra.

Otto y Woods [10], en su clasificación de los tipos de diseño plantean Nuevas propuestas o desarrollos, como Diseño, y Adaptaciones y Variantes Constructivas, como trabajo sobre productos existentes o Rediseños, además mencionan que entre el 75% y 80% de los proyectos de diseño en el mundo están dentro de estos dos grupos.

Partiendo del hecho que el Rediseño permite intervenir los objetos pero que no le está permitido cambiar su función y que se puede usar como herramienta para el mejoramiento de estos, se puede establecer como estrategia enfocada en la innovación, es así que se presenta aquí una metodología basada en el rediseño estructurado de productos, la cual parte de una serie de requerimientos explícitos de productos bi-funcionales y la intervención de, al menos, dos referentes para desarrollar una propuesta novedosa y muy posiblemente innovadora por la consideración específica de los impactos sociales o en usuarios específicos de dicho desarrollo. Se presenta el resumen de dos propuestas metodológicas tomadas como referencia para el planteamiento de la propuesta, una basada en resolver las situaciones o conflictos que se generan en el desarrollo de soluciones multifuncionales y otra centrada en la definición de especificaciones verdaderamente innovadoras. La síntesis de dichas propuestas, su interpretación a la luz de nuestro contexto educativo, tecnológico y económico más la intención de presentar una guía, seguible, evaluable y efectiva en la producción de resultados bajo la conceptualización de Rediseño hacen parte de esta metodología.

2 PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Pregunta de la investigación:

¿Cómo obtener productos novedosos potencialmente innovadores a partir de soluciones existentes mediante el Rediseño de productos?

2.2 Objetivos:

2.2.1 General:

Desarrollar de una metodología de re-diseño que permita de forma asertiva plantear productos novedosos a partir de soluciones existentes y nuevos requerimientos del usuario y que sean la base para lograr un impacto positivo en el mercado.

2.2.2 Específicos:

- Explorar propuestas de planteamiento de especificaciones para el diseño de nuevos productos.
- Explorar propuestas de metodologías de diseño que relacionen Rediseño e Innovación.
- Sintetizar una propuesta metodológica de definición de especificaciones para el diseño orientada al rediseño y que sirva como referente.
- Sintetizar una propuesta metodológica de rediseño para la innovación y que sirva como referente.
- Presentar una propuesta metodológica, secuencial, seguible y evaluable de Rediseño de Productos.
- Evaluar la practicidad de lo planteado a través de un caso de estudio.

2.3 Justificación

El desarrollo de esta propuesta permite a diseñadores y productores elaborar alternativas de productos con ingredientes novedosos que amplían sus posibilidades de uso en diferentes escenarios. Permite explorar posibilidades de

configuración de productos que de otra forma o con la utilización de otras metodologías, difícilmente se podrían desarrollar. La combinación de varios conceptos de diseño y específicamente de Re-diseño arroja como resultado una herramienta aplicable, reproducible y enseñable que incentiva la innovación.

Esta propuesta se enmarca en dos tipos de justificaciones, una de carácter académico y otra de carácter práctico. La primera es que permite a estudiantes de ingeniería y de diseño contar con una guía para explorar opciones de productos con criterios realistas convirtiéndose en una herramienta aplicable, reproducible y enseñable. La segunda, les permite a industriales y fabricantes re-interpretar productos que ya hacen y de los cuales tienen dominio de su desempeño y posibilidades para ofrecer nuevas propuestas, acortando en todos los casos los tiempos de desarrollo y presentación de productos novedosos.

Por último, se resalta la existencia de múltiples métodos y metodologías para el diseño y desarrollo de productos y la poca información sobre como rediseñar y lograr diferenciadores novedosos. El presente trabajo, sin pretender agotar el tema, presenta una alternativa de solución que amplía la forma de abordar este reto desde el rediseño para lograr desarrollar nuevos productos que pueden ser novedosos con atributos específicos conscientes.

2.4 Alcance:

El desarrollo de este proyecto llega hasta el planteamiento de una metodología de re- diseño argumentando cada uno de los pasos o etapas y su validación mediante el desarrollo de un caso de aplicación.

2.5 Metodología:

Este proyecto se ha desarrollado a modo de Investigación Descriptiva⁵, Básica, Aplicada [18, 19,], partiendo del conocimiento del autor sobre las diferentes

⁵ Estudio Descriptivo: “Un estudio descriptivo es aquél en que la información es recolectada sin cambiar el entorno (es decir, no hay manipulación). En ocasiones se conocen como estudios “correlacionales” o “de observación.” La Oficina de Protección de Investigación Humana (OHRP) define un estudio descriptivo como “cualquier estudio que no es verdaderamente experimental.” Los estudios descriptivos también se llevan a

propuestas del diseño para “x” (DFX) y la importancia dada por él al rediseño de productos. Surge una inquietud general sobre el cómo hacer rediseño para obtener productos innovadores. Esto lo lleva a formular la pregunta de investigación: **¿Cómo obtener productos novedosos potencialmente innovadores a partir de soluciones existentes mediante el Rediseño de productos?**

A partir de ahí se realiza un proceso de búsqueda y selección de información acerca del tema, usando palabras clave, utilizando internet, explorando en algunas bases de datos, y releendo algunos de los autores más reconocidos y referenciados en el contexto del diseño de productos y la ingeniería de diseño. (Relacionados en la bibliografía). De esto, se extrae lo que mencionan los autores con respecto al rediseño como herramienta para el mejoramiento de productos o en el peor de los casos, para la corrección de deficiencias o conflictos entre lo esperado por cliente o usuarios y lo ofertado como alternativa de solución. En otros casos solo se menciona el rediseño como un paso en la evolución de los productos por adición o cambios tecnológicos en el control, los materiales, las formas (apariencia), los costos u obsolescencia. En General muy pocos, solo dos o tres, autores relacionan el rediseño con la innovación. [Shana.]

Recogida la información sobre rediseño e innovación, requerimientos para la innovación y propuestas de rediseño o herramientas para lograrla, el trabajo se centra en dos propuestas lo suficientemente llamativas y convincentes, y a partir de su análisis en detalle decide combinarlas y adecuarlas de modo que se puedan utilizar como una sola metodología estructurada para el desarrollo de Rediseño con un Enfoque en la Innovación. De ahí la elaboración de esta propuesta.

Finalmente, se desarrolla un caso aplicando lo propuesto y analizando paso a paso los logros y obstáculos, esto permite hacer ciertos ajustes que dan como resultado lo presentado como proyecto para optar al título de la maestría en ingeniería con énfasis en rediseño de productos.

cabo para demostrar las **asociaciones** o relaciones entre las cosas en el entorno”.
(https://ori.hhs.gov/education/products/sdsu/espanol/res_des1.htm)

3 MARCO TEÓRICO

3.1 Funcionalidad versus Multifuncionalidad de los Productos

Por observación directa y análisis de la oferta de productos en diferentes mercados (almacenes de cadena o por departamentos, vitrinas físicas y virtuales y páginas web sobre productos innovadores) se ha determinado que gran parte de los productos innovadores son multifuncionales y dentro de ellos la bi-funcionalidad es una característica significativa, tanto de identificación como de selección y uso, ver figura1.



Ilustración 1 Productos bi-funcionales (Google, Imágenes, 2015) [24]

Muchos productos se ofrecen como alternativa de solución a la realización de una función específica que los justifica desde su diseño, sin embargo, su uso o contexto favorece el planteamiento del “ya que”, es decir, ya que el producto hace “esto” y/o tiene “esto”, ¿porque no permitir que...?, o ¿hacer que haga... ?, o, también, ¡qué bueno que hiciera...! Esta situación o planteamiento lleva a diseñadores y especialistas en rediseño a desarrollar propuestas complementarias a través de accesorios o familias de productos, o a replantear los productos originales, modificándolos en su configuración o funcionalidad y presentándolos como nuevos productos.

3.2 Deseos, Necesidades, Requerimientos y Especificaciones

Clientes, usuarios o diseñadores son quienes plantean comúnmente inquietudes sobre nuevos requerimientos, funcionalidades o anhelos con respecto a productos, otra fuente puede ser el resultado de un estudio cuidadoso y el planteamiento metódico de “nuevas especificaciones”.

Mucho se ha escrito sobre “la Voz del Cliente”, de las necesidades de los usuarios, de los deseos o a lo que aspiran, de los requerimientos de un cliente para la búsqueda de satisfacción a una situación particular, las especificaciones para el diseño o las especificaciones del producto. En esta propuesta, más que entrar a replantear estos conceptos, se interpretan como el conjunto de características o atributos que presentados de cierta forma condicionan el desarrollo o desempeño de un producto, solo se considera como una clasificación con un énfasis específico para buscar entregar algo que cubra las expectativas y en el mejor de los casos, que las sobrepase favorablemente.

3.3 Métodos, Metódicas, Metodologías

Aunque dentro de ciertos contextos estos términos se confunden o se usan indistintamente es importante su diferenciación, ya que eso precisa la intención del autor y orienta sus características de uso.

3.3.1 Métodos: Secuencia de pasos claramente identificada para realizar algo, puede ser un procedimiento, una guía, una técnica, ayuda o herramienta para desarrollar un proceso. [12, 13].

3.3.2 Metódico: Quien trabaja con métodos o que se realiza de acuerdo a un método.

3.3.3 Metodologías y Metodológicas: Combinación de métodos y definición de acciones para ejecutar lo propuesto en un método, son particulares y están relacionado a la forma de hacer de cada individuo o entidad, agremiación, departamento o grupo humano. Es replicable, se puede enseñar y hacer seguimiento de acuerdo a unos parámetros definidos, [SAR]

4 ESTADO DEL ARTE

El Estado del Arte⁶ y las Referencias Conceptuales de este proyecto se centran en lo que se encuentra en la literatura sobre rediseño y la definición de especificaciones para innovación. Entre ella está un método general presentado por los autores Shana Smith, Gregory Smith, Ying-Ting Shen en su propuesta “Redesign for Innovation” la cual se enfoca en la solución de los conflictos de diseño y que la definen como las diferencias que se presentan entre las expectativas de los clientes o usuarios y las soluciones planteadas por el grupo de diseño. Adicionalmente, resaltan los conflictos que surgen en la nueva propuesta entre las mismas variables que conforma el producto por la combinación de varios productos de referencia [3].

Para el tema de las especificadores se encuentra lo propuesto en una metodológica relacionada con la innovación, y que ha llamado la atención del autor, tiene que ver con la elaboración de especificaciones para el diseño, (“Multistakeholder Analysis Of Requirements To Design Real Innovations” [4] – **Análisis Multisectorial de los Requisitos para Diseñar Verdaderas Innovaciones**) expuesta por: M. Cantamessa, F. Montagna and M. Maria. Esta considera los requerimientos, necesidades o solicitudes planteados por los diferentes Actores involucrados en el desarrollo de un producto y el cómo se afectan entre sí para transformarlos en otros diferentes, nuevos, (que van más allá de lo que los clientes o usuarios plantean) y que, al solucionar estos nuevos requerimientos, se da origen a propuestas realmente innovadoras [4]. Esta propuesta fue inspirada por otras dos llamadas: MACTOR [5] y MASAM [6].

La propuesta apunta a que requerimientos diferentes, nuevos, permiten el desarrollo de productos diferentes, nuevos y que requerimientos innovadores conducen a propuestas de productos novedosos y muy seguramente, innovadores.

⁶ Para este proyecto se seleccionan solo dos propuestas metodológicas como referencia, las cuales se ajustan y combinan entre ellas y, con los conocimientos y experiencias del autor, se elabora una “nueva”.

4.1 Rediseñar Productos para la Innovación

Con la información encontrada, el autor elabora La Tabla 1, donde se consigna el resume de la propuesta “Rediseñar Productos para la Innovación” de los autores Shana Smith, Gregory Smith, Ying-Ting Shen [3].

Pasos	Descripción	Herramienta	Resultado
1	Elegir el producto Objetivo	Encuestas y Entrevistas	Que se quiere “resolver”, “El Producto Bi-funcional”
2	Identificar las Necesidades	Encuestas, Entrevistas y Estadísticos (Tabla de compilación de las encuestas a Usuarios. Calculo del Peso relativo en función de la frecuencia / Numero de encuestas).	Lista de Necesidades para los productos de referencia. Una lista independiente para cada producto de referencia. Lo que le gustaría a los usuarios, con ponderaciones, % de Importancia.
3	Seleccionar los productos de referencia	Estado del Arte de los productos que individualmente satisfacen lo especificado	Los dos productos de referencia que mejor se ajusten a las listas de Necesidades, uno por cada lista
4	Identificar los componentes	Identificación de los componentes básicos, su función principal y el parámetro que condiciona su desempeño. “Análisis Funcional”.	Componentes Básicos o esenciales (físicos y funcionales). Componentes que hacen lo mismo en los referentes.
5	Construir un tabla de Componentes Relevantes	Tabla de Factores: Componente; Referente 1; Referente 2 y “Niveles”, Tipos	Identificación de los tipos de componentes por referente. “estados” o tipos de los componentes
6	Ponderación de los componentes	Diferencial Semántico + Números Borrosos	Calificación lingüística cuantificación de los componentes.
7	Determinación de los Componentes Clave	Calculo del Factor de importancia	Valor de Importancia de cada Componente, y Componentes con el mayor valor de Importancia. Componentes a considerar para el rediseño.

8	Identificar los conflictos entre componentes	Análisis de Taguchi y Matriz Ortogonal	Interacción entre componentes claves, grados de libertad y Matriz ortogonal. Combinación de componentes, (Alternativas de Solución) y Conflictos entre componentes a resolver.
9	Aplicar los principios de Diseño	Diseño Estructurado (1) Segmentación, (2) Dinámica, (3) Acciones parciales o excesivas, o (4) Transformación de las propiedades	Solución de conflictos. Sketch de Soluciones
10	Verificar los resultados	Modelación y Diseño de Detalle. Calificación de las propuestas	Propuestas calificadas y validadas.

Tabla 1 Propuesta Rediseñar Productos para la Innovación [3], (Elaboración Propia)

El desarrollo de la propuesta consiste en el planteamiento de un producto objetivo bi-funcional, el cual es especificado con la ayuda de posibles clientes y usuarios. Se establecen las especificaciones deseadas y requeridas del producto, aquello que se espera y debe cumplir, y, con base en el grado de satisfacción de las funciones individuales, se encuentran en el mercado los productos que servirán de referentes, uno por cada función principal planteada. Estos serán los que se intervendrán y rediseñarán para configurar uno solo, nuevo. Se analizan los componentes principales de cada uno, los responsables del cumplimiento de su función principal, y su principio de funcionamiento y se realiza un aparejamiento entre las funciones similares de los dos referentes.

En una tabla de Factores se identifican los tipos de componentes o “estados” para cada referente con el fin de determinar, a través de una evaluación cualitativa y cuantitativa, el valor de importancia de cada uno y establecer aquellos a considerar como más significativos para el rediseño. Con base en esto se establecen los conflictos entre los componentes clave que no es más que determinar la afectación que sufren los referentes, formal o funcionalmente, por la alteración de una variable significativa para ambos.

Aquí se aplican los principios generales de diseño para solucionar los conflictos y se presentan alternativas de solución conceptual, tipo “sketch”, bosquejos o modelaciones 3D. Finalmente, se realiza el diseño de detalles a aquellas alternativas más prometedoras y se verifican los resultados a través de una evaluación de desempeño por parte de los usuarios.

Aunque esta propuesta es realmente atractiva, tanto por la forma en que está planteada como por la propuesta misma, se considera que tiene dos puntos débiles o que dan pie a proponer un ajuste. El primero tiene que ver con el planteamiento de las especificaciones, el cual se fundamenta en las que el cliente quiere y se trabaja solo en esa dirección, es el cliente el que propone lo que debería tener el producto, por lo tanto, es a él al que se le ocurren las “innovaciones” o quien pone las restricciones. El segundo, tiene que ver con la utilización de varias herramientas como la de Números Difusos (Fuzzi) para la valoración de los componentes críticos y del método de Taguchi y de las Matrices Ortogonales para la identificación de conflictos, herramientas relativamente complejas para situaciones que se pueden identificar de forma más simple y con menos variables y esfuerzo.

4.2 Análisis Multisectorial de los Requisitos para Diseñar Verdaderas Innovaciones

La Tabla 2 resume la Propuesta “**Análisis Multisectorial de los Requisitos para Diseñar Verdaderas Innovaciones**” expuesta por: M. Cantamessa, F. Montagna and M. Maria [4].

Pasos	Descripción	Herramienta	Resultado
1	Definir el tipo de producto a desarrollar	Estudio de Mercados	Tipo de Producto. Posibilidades de Uso

2	Determinar el Grupo de Actores	Criterios de Selección de acuerdo al grado de incidencia o influencia	Grupo de Actores: Usuarios, Diseño, Producción, Proveedores, Logística, otros
3	Identificar Necesidades por Grupo	Encuesta y Entrevista	Listado de necesidades por grupos
4	Ponderar las Necesidades	Asignación de pesos relativos en forma independiente	Peso relativo asignado a cada necesidad, Influencia, Importancia, Posición, Impacto, Ponderación
5	Análisis de Influencias	Tabla de Análisis y cálculos (Matriz)	Posición relativa de las necesidades en función de la importancia.
6	Planteamiento de las "Nuevas" necesidades	Matriz QFD	"Ranking" de Requerimientos

Tabla 2 : Propuesta de Planteamiento de Especificaciones para el Desarrollo de Verdaderas Innovaciones [4]. (Elaboración Propia)

En resumen, esta propuesta consiste en que a partir de la determinación de lo que se busca solucionar, planteamiento de la situación de diseño o producto a desarrollar, se establecen sus posibilidades de uso y condiciones de fabricación, se identifican los posibles "Actores" que interactúan e interactuarían con dicho producto y su desarrollo, tanto desde el diseño, la fabricación, comercialización, como en el uso y post-uso. Se elabora un listado de "necesidades" (sic) por cada grupo de Actores las cuales se califican para determinar el peso relativo de cada una, esto permite establecer las de mayor importancia o las más significativas para el desarrollo del proyecto. Finalmente, se ensamblan en una matriz QFD de modo que sean estas las nuevas especificaciones que guiaran el desarrollo del diseño y que por nuevas o diferentes permiten desarrollar productos nuevos.

Aunque esta propuesta también es atractiva, tanto por como está planteada y por sí misma, se considera que tiene varios puntos débiles para su aplicación lo que da pie a proponer algunos ajustes. Estos puntos tienen que ver con la identificación de los Actores, su clasificación y su valoración, el complejo procedimiento para establecer la afectación entre los requerimientos o necesidades expresadas por los

Actores y la variación de configuración de ellas para conformar las “nuevas” necesidades. Otro aspecto tiene que ver con la inclusión de ciertos conceptos asociados a la teoría de conjuntos para vincular las necesidades manifiestas de los distintos actores, que, aunque para la explicación funciona para la puesta en práctica puede llegar a ser muy complejo. Finalmente, el planteamiento llega solo hasta establecer los requerimientos o Nuevas necesidades, aunque este era el propósito se hace necesaria su vinculación a algún método o metodología para el desarrollo de las mismas, ya que se concluye que, Nuevas especificaciones pueden llevar a nuevos productos o a nuevos procedimientos para resolverlas o a obtener nuevas soluciones.

5 PROPUESTA

“METODOLOGIA PARA EL REDISEÑO DE PRODUCTOS CON ENFOQUE EN LA INNOVACION”

El criterio de innovación que se aplica es el de la multi-funcionalidad de los objetos y más concretamente la “bi-funcionalidad” como un propósito general de modo que dichos objetos permitan la ejecución de una, u otra, o ambas funciones de acuerdo a lo que se desea o requiera.

La propuesta toma como referencia dos o más diseños o productos, los modifica o adecua de acuerdo con unas especificaciones a satisfacer y los combina o integra en uno solo nuevo, con la intención de que se constituya en una innovación. Se basa, adicionalmente, en la solución de conflictos de diseño, entendiendo estos como las diferencias que se presentan entre algo solucionado, materializado y el deseo o requerimiento de alguno de los involucrados con el producto, es decir, en las relaciones requerimiento – producto - fabricación – uso - satisfacción. Además, el concepto de conflictos considera las situaciones que se presentan por el uso de dos o más referencias de diseños distintas, las cuales al pretender integrarlas, aumentan en número y grado de dificultad las situaciones a resolver, pudiendo ser estas situaciones, efectos diferentes y opuestos que se producen por la modificación

de una variable común a dichas referencias, o derivados del hecho de incorporar “nuevas” funciones a un objeto [3].

“Los conflictos inducidos estimulan las ideas originales y las soluciones innovadoras en el diseño” [3]. La propuesta utiliza técnicas estructuradas de rediseño y los principios del diseño sistemático [7] para superar los conflictos inducidos, lo que mejora la calidad de la solución y reduce el tiempo de desarrollo con respecto a otras técnicas de diseño o rediseño de productos.

Complementa lo anterior el manejo que se le da a las especificaciones como guía de desarrollo o retos a satisfacer para lo cual se considera de manera especial el cómo interactúan los planteamientos expresados por los distintos actores [4]. Esto implica recoger las expectativas del cliente (VOC), establecer las características o atributos que se espera satisfaga el nuevo producto, identificar los requisitos de desarrollo y concreción y lo que puede afectar a otros involucrados. La combinación de todos estos planteamientos se presenta como Nuevas Especificaciones, las cuales jalonaran el desarrollo de una propuesta muy probablemente innovadora y que dé como resultado una innovación.

5.1 Pasos o Etapas de la Metodología

La tabla 3 resume los pasos del método, indicando las herramientas sugeridas y lo que se espera de la ejecución de cada uno.

Pasos	Descripción	Herramienta	Resultados	Observación	Entregables
1	Definir el Tipo de Producto	Encuesta y Entrevistas	Que se quiere “Lograr”. Bi-funcionalidad. Producto funcionalmente definido.	Involucra tecnología y contexto. Permite intuir el tipo de productos de referencia.	Tipo de producto y su bi-funcionalidad claramente definida. Referentes Funcionales.
2	Definir las Especificaciones para el desarrollo	Encuesta Entrevista y Estadísticos, Matriz de correlación.	Lo que esperan los clientes y/o usuarios, ponderaciones por referencia funcional.	Aquello por lo que se está dispuesto a “pagar”. Determinar qué es lo novedoso y diferenciador.	Lista de Especificaciones Ponderadas

		Tabla de calificación VDI		Caracterización del Nuevo Producto.	
3	Seleccionar los productos de referencia	Benchmarking	Productos de Referencia.	(Determinar los productos de referencia como los más aptos) Consultas y estado del arte de los posibles candidatos. Que hay en el mercado que se ajuste de mejor manera a lo expresado en las especificaciones.	Los referentes Físcos, concretos con referencia y todas sus especificaciones.
4	Identificar los componentes	"Análisis" Funcional (Diseño Inverso)	Componentes Básicos o esenciales (físicos y funcionales)	Identificación de Componentes Formales y Funcionales de cada referente e identificación de las diferencias formales. Que tanto impacta cada componente a cada una de las especificaciones	Tabla de componentes y Funciones por referente. Tabla de Calificación de Especificación vs Componentes
5	Identificación de los componentes claves	Criterios de calificación y evaluación, Matriz de Ponderación de Especificaciones VS Componentes	Lista de componentes a integrar, modificar	Selección de los componentes comunes resueltos de diferentes maneras y aquellos susceptibles de modificar por material, forma tamaño, tecnología...	Componentes más significativos, con mayor peso vs la especificaciones
6	Identificación de los conflictos entre componentes, funciones, desempeño, complejidad	Matriz de correlación Cruzada.	Lista de conflictos y componentes involucrados	Interacción entre componentes claves, como se afectan entre ellos por la optimización de sus variables significativas	Dos o tres conflictos significativos para resolver...
7	Generación de Alternativas de Solución	Matriz Morfológica + Arquitectura de	Sketch de Soluciones	Uso de Matrices Morfológicas, Diseño conceptual y solución	Matriz Morfológica con

		Producto. SCAMPER		funcional de los detalles	portadores y principios físicos. Sketches de alternativas de solución (mínimo tres, ojala siete)
8	Verificar los resultados	Diseño de Detalle, Modelación y Simulación de comportamiento.	Planos de Ingeniería y Modelo Funcional o Prototipo	Evaluación cualitativa y cuantitativa de las propuestas Documentación para Producción. Con base en lo desarrollado y su explicación, un grupo interdisciplinario determina la mejor solución. Diseño de Detalle y consideraciones para la fabricación.	Opciones: Planos de Ingeniería. Modelo Funcional. Modelo Virtual. Prototipo.

Tabla 3 : Método de Rediseño de Productos, Un Enfoque para la Innovación, (Elaboración Propia)

5.2 Desarrollo de la Metodología.

5.2.1 Paso 1: Definición del Tipo de Producto

El propósito es desarrollar un nuevo producto a partir de dos o más productos existentes y diferentes que solucionan satisfactoriamente sus funciones por separado y que se toman como productos de referencia. El nuevo producto es, entonces, el resultado de la modificación e integración de los productos de referencia en una presentación que permite la ejecución de las funciones particulares y/o combinadas de estos, sin que ellos pierdan sus características esenciales.

Hoy en día el desarrollo de productos novedosos e innovadores es el resultado de un trabajo colaborativo (Diseño Concurrente) [15], esto exige la comprensión de las tendencias tecnológicas y del mercado, las expectativas y comportamiento de

clientes y usuarios, la correcta interpretación de los deseos, anhelos, insatisfacciones y requerimientos de ambos, ya que son quienes plantean las especificaciones primarias y quienes harán que la propuesta sea realmente una innovación, así como los requerimientos de los encargados del desarrollo y concreción del producto.

En primera instancia el responsable del desarrollo o la empresa selecciona un campo de acción, un área específica asociada a algún tipo de actividad que se quiera intervenir⁷, esto es identificar el contexto. Se establece el grupo clientes y usuarios a consultar (Actores primarios), y se realiza una encuesta en la cual se indaga, en términos generales, que tipo de solución se desean, quisieran, o se imaginan, “algo así como”, plantear “un producto que permitiera hacer o hiciera de cierta forma ciertas cosas”. En su planteamiento se motiva el que se propongan funciones o especificaciones complementarias a lo estrictamente convencional, por ejemplo, como fueron en su momento: Teléfono celular - cámara fotográfica, Automóvil - Bote, Sofá - Cama, Morral - Re-cargador eléctrico de baterías, Traductor de textos - Pronunciador de palabras, Impresora - Escáner, Torno - Fresadora, Cargador - Excavadora, etc.

Aquí también se puede hacer la encuesta a los actores complementarios, personal de diseño, producción, logística, mercadeo y ventas, administración y otros que influyan significativamente en el desarrollo o características del producto, quienes deben responder desde su óptica u oficio y no como usuarios o clientes.

En este paso se identifica y definen el Tipo de producto a desarrollar y la bi-funcionalidad buscada.

⁷ Un deporte, preparación de alientos, telecomunicaciones, acondicionamiento físico u otros.

5.2.2 Paso 2. Identificación de las Especificaciones⁸ Para El Rediseño

El planteamiento de las Especificaciones, es la clave para el proceso rediseño enfocado en la innovación, ellas expresan las esperanzas, los anhelos, los deseos, exigencias e/o insatisfacciones con respecto a una situación o un producto.

Para la configuración de las especificaciones se usa una clasificación de planteamientos discriminados en Requerimientos, Deseos, Atributos o Características, más un parámetro o variable significativa, y unos valores de referencia, esto con el fin de dar mayor sentido y significado a lo que se plantea y que esta cuantificación permita determinar, más adelante, el grado de cumplimiento de lo planteado. Es conveniente aclarar que el concepto necesidades se maneja con cierta libertad, sobre todo cuando son planteadas por los clientes, lo que se denomina la Voz del Cliente (VOC)⁹ y se maneja como si fueran solicitudes de obligatorio cumplimiento o como requisitos.

El proceso de definición de las especificaciones parte de la encuesta elaborada para el numeral anterior (Paso 1), la cual se complementa con la solicitud a los encuestados o entrevistados, de una descripción de las características y requerimientos que debería satisfacer cada uno de los productos de referencia, individualmente, y a la luz de la bi-funcionalidad planteada, así como, cuáles serían las características funcionales, formales, de contexto y complementarias, que se esperarían ofreciera un producto integrado.

La información pertinente a recolectar en este punto tiene que ver con los requerimientos particulares de cada actor en función de su intervención con respecto al producto, como lo afecta su uso o desarrollo o de qué manera afecta su gestión la interacción con dicho producto. Es así como para el caso de los Clientes/Usuarios las especificaciones deben ser abordadas desde su óptica como

⁸ El término *especificación* hace referencia a otros conceptos generales como características, atributos o necesidades. Involucra su interpretación de modo sean planteamientos solucionables desde el diseño.

⁹ VOC: expresiones, en su propio lenguaje, que hace el Cliente/Usuario con respecto a lo que espera del producto. Se toma textualmente. Diseño debe interpretar a lenguaje técnico o de diseño como una característica o atributo.

tales, para los de Producción, sobre los procesos y la facilidad para ser producido o sobre las condiciones que permitan su industrialización, para los Proveedores, la disponibilidad de materiales, insumos, tecnologías y nuevos desarrollos, etc.

Ahora bien, se considera a priori que la concreción de nuevas y/o diferentes especificaciones puede llevar al desarrollo de un verdadero nuevo producto. El planteamiento de ellas se puede hacer considerando los requerimientos, objetivos o esperanzas sobre el producto de los principales involucrados en el ciclo de vida del mismo, (Diseño Colaborativo) [18], y el cómo se afectan dichas solicitudes entre sí. Por lo tanto se requiere estudiar “más allá” de las preferencias del comprador (cliente y/o usuario) y de las *características* netamente funcionales y de uso, pues estas limitan la concepción de propuestas “revolucionarias” o diferentes, y las oportunidades de innovación en general [4].

5.2.2.1 Especificaciones Novedosas:

Para poder establecer especificaciones para el rediseño que vayan más allá y que sean realmente diferentes a las que simplemente plantean los actores desde su óptica, se propone vincular éstas al desarrollo de acuerdo con el impacto que puede tener su satisfacción en cada tipo de actor y de acuerdo a la importancia del mismo dentro del ciclo de vida del producto. Por lo tanto, se determina la importancia de cada actor, así como la relevancia que le da a las especificaciones planteadas por él y finalmente se evalúa la importancia relativa dada por cada actor a especificaciones similares vinculadas a la multifuncionalidad buscada para establecer su peso relativo y finalmente complementarlas con aquellas especificaciones que las afecten como refuerzo o debilitamiento, de ahí saldrán los nuevos planteamientos.

5.2.2.1.1 Identificación de los Actores en un Proyecto de Rediseño

Con base en la incidencia directa que pueden tener sobre el desarrollo del rediseño de productos, se considera aquí que los Actores que intervienen significativamente se pueden clasificar (Figura 2), en 2 grandes grupos: Externos (Cliente/Usuario y Proveedores) e Internos (Diseño, Producción, Administración, Mercadeo y Logística). Los clientes/usuarios, a su vez, se pueden clasificar en Directos e Indirectos que a su vez se pueden reclasificar como Expertos, Frecuentes u Ocasionales. Esta clasificación tiene por objeto establecer, por su incidencia, el grado de importancia de cada actor de modo que permita ponderar las especificaciones. Dicha ponderación permite orientar los esfuerzos del trabajo y determinar las especificaciones más significativas a resolver o en las cuales concentrarse y que se traduzcan en verdaderas innovaciones.

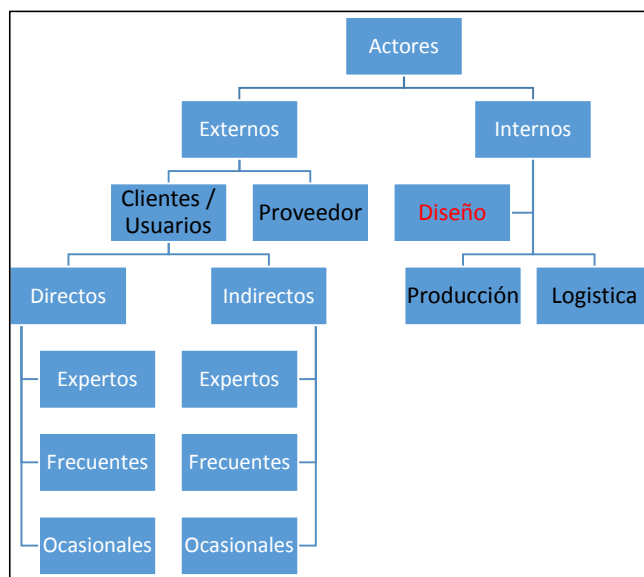


Ilustración 2 Clasificación de Tipos de Actores, (Elaboración Propia)

De este grupo se asigna a Diseño (grupo de Diseño) la tarea de integrar, evaluar y configurar las especificaciones a partir de lo planteado por los otros actores y se le permite, además, aportar ciertas especificaciones que, por su conocimiento y experiencia, deben ser incluidas en el desarrollo de las propuestas de rediseño.

5.2.2.1.2 Procedimiento para determinar las especificaciones de mayor relevancia para el Rediseño enfocado en la innovación:

Debido a que cada especificación impacta de forma diferente el desarrollo de una propuesta de solución y que la importancia del actor que la propone puede ser determinante en la innovación del producto, se plantea un procedimiento que permite vincular estos dos elementos, especificaciones y actores. Así, entre especificaciones y actores determinar el peso relativo de cada una de modo que incluya los diferentes grados de importancia de los actores y entre las especificaciones planteadas, identificar aquellas que generen conflictos entre sí y el cómo se afectan por complemento u contradicción. Con todo esto la idea es conformar nuevas especificaciones valoradas de modo que se tenga en cuenta las de mayor impacto lo cual conduzca hacia el desarrollo de productos novedosos y muy probablemente innovadores.

5.2.2.1.2.1 Determinación de la Importancia Relativa de cada Actor [IAc i]:

Cada proyecto determina el grado de importancia de sus actores, sin embargo por experiencia y consecuencia se recomienda que la

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, 12 pto, Negrita, Color de fuente: Automático, Español (Colombia)

importancia de los Clientes/Usuarios esté entre el 50% y el 70%¹⁰, eso permite vincular a otros actores y a sus propios requerimientos con porcentajes de impacto significativos.

a) Importancia Relativa por Asignación: La asigna el grupo de diseño con base en la jerarquía que tiene cada uno de los Actores en el desarrollo del producto y el impacto de su trabajo sobre los principales criterios de decisión del producto. Se considera aquí que los criterios generales en los que se basan los clientes para la aprobación y adquisición de un producto (Ci), son: el *Desempeño* (Servicio, Funcionalidad y Usabilidad), el cual asumimos como obvio, es decir que debe ser el mejor y todos los actores están obligados a garantizarlo, el impacto de todos los actores en esta dirección no lo puede afectar. Los otros criterios a considerar si son afectables en el desarrollo: el *Precio* (que incluye todo lo relativo a los costos), el *Servicio* (lo relacionado con tiempos de atención y desarrollo), la *Calidad* (Respaldo, Garantía, Confiabilidad) y la *Novedad*¹¹ (Innovación).

- ~~4.1~~ Importancia Relativa del Actor **Cliente/Usuario** [IACU]: Para todos los casos se sugiere un Valor global pre-asignado por el grupo de Diseño entre el 50 y 70 %, ya que se considera Actor fundamental por sus Requerimientos y Decisiones finales.
- Índice de ~~4.2~~ Importancia Relativa de **Otros Actores** [IAC i] ~~4.2.1~~: se determina el valor general para los otros actores [IOA] y se distribuye ese valor, a criterio de los encargados, entre el número de tipos de actores a

¹⁰ Menos del 50% podría hacer perder la dirección del desarrollo en función de la búsqueda de la satisfacción de clientes y/o usuarios (son los que harán innovador el producto), más del 70% no dejaría peso suficiente para involucrar las expectativas de los otros actores.

¹¹ **Criterios de Impacto:** base para la toma de decisión al momento de seleccionar un producto.

Costo: Valoración general de los costos totales de desarrollo y fabricación, afecta directamente el precio de venta.

Desempeño: cómo se comporta el producto en sus condiciones normales de uso.

Calidad: Planteamiento de Especificaciones que hacen más valorado un producto.

Novedad: Criterio que apunta hacia aquellas especificaciones que hacen el producto atractivo por lo nuevo.

Con formato: Justificado

considerar, puede ser por porcentajes iguales o ajustados de acuerdo al criterio del grupo de diseño.

$$\text{IOA \%} = (100\% - \text{IACU \%}).$$

$\text{IAc } i \% = \text{IOA \%} / N$, con N = al número de Otros Actores; o de modo que

$$\sum \text{IAc } i \% = \text{IOA \%}$$

b) Importancia Relativa por ~~1.2.2~~ Cálculo: Solo aplica para el caso de **Otros Actores** ya que para **_Cliente/Usuario** se asigna como se menciona en Importancia por Asignación, (arriba). Entonces, primero,

e)b) Se establece el Peso Relativo de los Criterios [PRC i]¹², (Precio, Servicio, Calidad, y Novedad¹³, o, Costo, “Tiempos”, Calidad e Innovación). Este puede ser por consenso entre Mercadeo, Gerencia, Diseño y otros, o se puede determinar con base en la “calificación” que se obtuvo en las encuestas o entrevistas del numeral 1. Luego cada uno de los Actores califica, con base en la 4ta columna de la Tabla 4, el impacto que tiene su trabajo sobre cada uno de esos Criterios.

- Tabla general de criterios de calificación:

Se propone el uso de la siguiente tabla, Tabla 4, la cual toma como referencia lo presentado por la norma VDI 2225 [7] y se complementa con criterios específicos para las distintas calificaciones:

¹² Este [PRC i] hace referencia al grado de importancia que tiene cada criterio y cómo influye en la decisión de adquisición o aceptación del producto. En otras palabras, cual es el grado de importancia que tiene cada uno de estos criterios como diferenciador significativo para hacer más atractivo o deseable el producto o solución a desarrollar.

¹³ Criterios de Impacto: En qué medida depende del actor al desarrollar el producto o como base para la toma de decisión o al momento de seleccionar un producto.

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Fuente: 8 pto

Escala VDI	Pahl y Beitz (2007)		Para Calificar los Actores	Interpretación para calificar "necesidades", atributos o características...	
Calificación	Significado	Significado 2	Sus decisiones tienen inferencia o impacto directamente	La solución se encuentra entre:	Criterio 2
0	Insatisfactorio (a)	absolutamente inútil, solución muy inadecuada	No afectan, Ninguna responsabilidad asociada	Absolutamente Inútil y Muy inadecuada.	No es solución y puede ser perjudicial.
1	Justo (a) tolerable	mala solución, solución apenas tolerable	Poco impacto, permite un buen margen de error sin afectar significativamente los resultados.	Mala e Inadecuada	Muy costosa, muy lenta o demorada, evidencia mala calidad, no es clara, con alta probabilidad de falla. Apenas funciona.
2	Adecuado (a)	solución adecuada, solución satisfactoria	Impacto medio, Ahí, Ni muy significativo ni poco, las decisiones tomadas apenas afectan los resultados.	Adecuada y Satisfactoria	Cumple al mínimo lo solicitado, Ni más Ni Menos.
3	Bueno (a)	buena solución con pocos inconvenientes, buena solución	Son su responsabilidad y los resultados dependen de las decisiones tomadas por...	Buena solución	Los requerimientos son satisfechos de buena manera, Hay garantía de operación y desempeño, evidencia confiabilidad.
4	Muy Bueno (a) (Ideal)	muy buena solución, solución que excede los requerimientos, solución ideal	Son determinantes, dependen esencialmente de... Hay total responsabilidad asociada. Considera un más allá.	Muy buena solución	Muy buena solución, solución que excede los requerimientos, solución ideal, Solución que genera satisfacción.

Tabla 4 Criterios de Calificación, (Pahl & Beitz y Elaboración Propia)

Se tabulan estas calificaciones y se computan los resultados sacando las calificaciones ponderadas [Ac i] como la SUM(Calif ij*PRC i) y el Total como la SUM(Ac i), Tabla 5, y se determina el **Índice de Importancia Relativo de cada Actor [IAc i]** con la fórmula:

$$\text{Importancia del actor [IAc i]} = [\text{Ac i} * 100 / \text{SUM}(\text{Ac i})] * \text{IOA}$$

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Texto 1, Español (Colombia)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Texto 1, Español (Colombia)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Texto 1, Español (Colombia)

Con formato: Fuente: (Predeterminada) Arial, Color de fuente: Texto 1, Español (Colombia)

Tabla de impacto de las decisiones						
Criterios ¹⁴	Costo	Tiempos	Calidad	Innovación*	Ac i	
	Precio	Servicio	Calidad	Novedad		
Peso relativo del criterio [PRC]%	PRC ₁	PRC ₂	PRC ₃	PRC ₄		
Otros Actores	Actor 1	Calif 1.1	Calif 1.2	Calif 1.3	Calif 1.4*	SUM(Calif 1.i*PRC i)
	Actor 2	Calif 2.1	Calif 2.2	Calif 2.3	Calif 2.4*	SUM(Calif 2.i*PRC i)
	Actor 3	Calif 3.1	Calif 3.2	Calif 3.3	Calif 3.4*	SUM(Calif 3.i*PRC i)
	Actor n	Calif n.1	Calif n.2	Calif n.3	Calif n.4*	SUM(Calif 4.i*PRC i)
					Total:	SUM(Ac i)

Tabla 5 Cálculo de la Importancia Relativa de Cada Actor, (Elaboración Propia)

La tabla 6 resume los índices de Importancia Relativa de los otros actores

Otros Actores	Importancia del actor [%]
Actor 1	IAc 1
Actor 2	IAc 2
Actor 3	IAc 3
Actor n	IAc n
SUMA	$\sum(IAc i) = IOA$

Tabla 6 Importancia Relativa de Cada Actor, (Elaboración Propia)

5.2.2.1.2 Determinación del Peso Relativo de Cada Especificación.

Clasificar y Priorizar las especificaciones permite establecer las de mayor impacto sobre el desarrollo y determinarán hacia donde enfocar los esfuerzos de Rediseño para lograr una solución innovadora. Se plantea aquí un criterio de clasificación que permite centrarse en las especificaciones que van orientadas hacia el desarrollo del nuevo producto y una forma de evaluar del grado de importancia de dichas especificaciones a través de la calificación y correlación de y entre ellas,

¹⁴ Costo: Valoración general de los costos totales de desarrollo y fabricación, afecta directamente el precio de venta.
Tiempo: involucra la velocidad de respuesta y ejecución; ciertas especificaciones pueden hacer más demorado el desarrollo o fabricación de producto.
Calidad: Planteamiento de Especificaciones que hacen más valorado un producto.
Innovación: Criterio que apunta hacia aquellas especificaciones que hacen el producto atractivo por lo novedoso. *Se califica con base a ¿Qué tanto influye lo nuevo en la decisión de "compra" del producto?

Con formato: Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Justificado, Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Izquierda, Punto de tabulación: 0,58 cm, Izquierda + 1,64 cm, Centrado, Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Centrado, Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Justificado, Posición: Horizontal: Centro, Con relación a: Margen, Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Con formato: Justificado, Posición: Vertical: 0,06 cm, Con relación a: Párrafo

Tabla con formato

Tabla con formato

Con formato: Título 5, Sangría: Izquierda: 0 cm

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Justificado

Con formato: Fuente: 8 pto

Con formato: Fuente: 8 pto

determinando su peso relativo y considerando su origen, quien las propone, actor, así como la incidencia entre ellas, conflictos, complementos o redundancias

a) Ponderación de Especificaciones por Actor:

—Ponderación de Especificaciones de **Clientes/Usuarios:**

Cada Cliente/Usuario da una calificación, de acuerdo con la Tabla 2, a cada una de las características o especificaciones que haya planteado. Luego el grupo de Diseño las tabula agrupando las iguales o similares y sumando los puntajes dados por cada entrevistado. Con este valor por característica y con base en el porcentaje global IACU se determina el peso relativo de cada una.

En las encuestas se pueden encontrar Expertos, “**Clientes/Usuarios Expertos**”¹⁵, es conveniente que sus planteamientos en cuanto a especificaciones tengan una mayor consideración que las de otros actores ya que su efectiva solución tendría significativos impactos.

El autor propone que, si el número de estos es inferior o igual al 20% de los Clientes/Usuarios entrevistados, sus respuestas tendrán en la tabulación el **doblo** del valor asignado por ellos. Si el número de expertos es mayor al 20% del número de encuestados, la valoración de sus características o requerimientos debe ser igual al valor asignado por ellos y el peso relativo lo determinará el número de encuestados que se refieran a lo mismo. La idea con esto es No sesgar las soluciones a las habilidades desarrolladas por los expertos, sino tener muy en cuenta sus solicitudes pues los resultados podrán ser más atractivos. La Tabla 7 muestra un genérico de cómo sería la compilación de las características mencionadas por los Clientes/Usuarios

Especificaciones o Requerimiento	Puntajes obtenidos por cada Especificación [P _i , i= a...n]	Peso Relativo [%]
a	∑(Puntaje asignados a “a”)	(P _a / ∑(P _i))*IACU

¹⁵ La determinación o valoración de si alguien es un experto la determina el grupo de diseño con base en el reconocimiento que tenga dicha persona dentro del campo en el que se desenvuelve.

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm, No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo, Interlineado: 1,5 líneas

Con formato: Justificado, Sangría: Izquierda: 0 cm, Espacio Después: 0 pto, No agregar espacio entre párrafos del mismo estilo, Interlineado: 1,5 líneas

b	$\sum(\text{Puntaje asignados a "b"})$	$(P b / \sum(P i)) * IACU$
c	$\sum(\text{Puntaje asignados a "c"})$	$(P c / \sum(P i)) * IACU$
d	$\sum(\text{Puntaje asignados a "d"})$	$(P d / \sum(P i)) * IACU$
e (de Expertos)	$\sum(\text{Puntaje asignados a "e"})* 2$	$(P e / \sum(P i)) * IACU$
f	$\sum(\text{Puntaje asignados a "f"})$	$(P f / \sum(P i)) * IACU$
n	$\sum(\text{Puntaje asignados a "n"})$	$(P n / \sum(P i)) * IACU$
SUMA:	$\sum(P i)$	IACU %

Tabla

Ponderación de Especificaciones Clientes/Usuarios, (Elaboración Propia)

7

Ponderación de las Especificaciones de los Otros Actores: Se recomienda evaluar separadamente por Actor, se sigue el mismo esquema de la anterior solo que se tiene en cuenta el porcentaje de importancia del actor en particular (IAC i) para determinar el Peso Relativo de cada característica. En la Tabla 8 se muestra un genérico de cómo sería la compilación de las características mencionadas por los Otros Actores.

Especificaciones o Requerimiento	Puntajes obtenidos por cada Especificación (Pi)	Peso Relativo [%]
f	$\sum(\text{Puntaje asignados a "f"})$	$(P f / \sum(P i)) * IAc i$
g	$\sum(\text{Puntaje asignados a "g"})$	$(P g / \sum(P i)) * IAc i$
h	$\sum(\text{Puntaje asignados a "h"})$	$(P h / \sum(P i)) * IAc i$
b	$\sum(\text{Puntaje asignados a "b"})$	$(P b / \sum(P i)) * IAc i$
j	$\sum(\text{Puntaje asignados a "j"})$	$(P j / \sum(P i)) * IAc i$
c	$\sum(\text{Puntaje asignados a "c"})$	$(P c / \sum(P i)) * IAc i$
n	$\sum(\text{Puntaje asignados a "n"})$	$(P n / \sum(P i)) * IAc i$
SUMA:	$\sum(P i)$	IAC i %

Tabla 8

Ponderación de las Características por Actor i, (Elaboración Propia)

Cabe anotar que es muy probable que los diferentes actores mencionen especificaciones, (características, atributos, requerimientos o "Necesidades") iguales a las de otros actores o a las de Clientes/Usuarios. Estas se califican y ponderan separadamente por cada Actor y luego se compilan en las siguientes etapas (numeral 2.2 y 2.3)

b) Ordenamiento o Priorización de las Especificaciones:

La idea e intención con esto es presentar especificaciones que vayan más allá del requerimiento expresado por algún tipo de actor y considerar la influencia que puede tener lo planteado por otros actores sobre dicho requerimiento, esto modifica el peso relativo o importancia de cada especificación y permite orientar mejor la línea de desarrollo.

Se despliegan todas las especificaciones planteadas por todos los actores, se identifican las iguales y se suman en una sola los pesos relativos dados a ellas por cada actor que las mencione dando así un Nuevo Peso Relativo por especificación (NPR i). Luego se ordenan de mayor a menor de acuerdo al nuevo peso que tendrán. La Tabla 7 muestra un genérico de cómo sería la compilación de todas las especificaciones, su agrupación y cálculo de su nuevo peso relativo

Actor	Importancia del actor [%]	Atributos, Características, Requerimiento	Peso Relativo [%]	Peso Relativo Real [PRR]	Nuevo Orden
Cliente / Usuario	IACU	a	$(P_a / IACU)$	$(P_a / IACU)$	> NPR
		b	$(P_b / IACU)$	$(P_b / IACU) + (P_b / IAc_i)$	
		c	$(P_c / IACU)$	$(P_c / IACU) + (P_c / IAc_i)$	
		d	$(P_d / IACU)$	$(P_d / IACU)$	
		e	$(P_e / IACU)$	$(P_e / IACU)$	
		f	$(P_f / IACU)$	$(P_f / IACU) + (P_f / IAc_i)$	
		n	$(P_n / IACU)$	$(P_n / IACU)$	
Actor 1	IAc 1	f	(P_f / IAc_i)		
		g	(P_g / IAc_i)	(P_g / IAc_i)	
Actor 2	IAc 2	h	(P_h / IAc_i)	(P_h / IAc_i)	
		b	(P_b / IAc_i)		
		j	(P_j / IAc_i)	(P_j / IAc_i)	< NPR
Actor n	IAc n	c	(P_c / IAc_i)		

Tabla 9 Priorización de las Especificaciones, (Elaboración Propia)

c) Clasificación de especificaciones

En el planteamiento de las especificaciones, (características o atributos), es común que se encontrar especificaciones que solo tienen que ver con los productos de referencia, que son propias de ellos y que deberán estar resueltos por su diseño o materialización. Se identifican, además, especificaciones que van direccionadas hacia el nuevo producto, que tienen que ver con la multifuncionalidad o la combinación funcional de los productos de referencia y que son las que se deben satisfacer como resultado del rediseño.

Se propone, entonces, elaborar dos listas de especificaciones, una para los productos referencia, las que se usaran para seleccionar dichos productos y otra para las que van orientadas hacia la bi-funcionalidad (o multifuncionalidad), esta última es la clave para continuar el desarrollo, es sobre la que se debe centrar el proceso creativo de acuerdo con la importancia de cada una.

Esta clasificación permite, además, identificar más fácilmente los conflictos entre las especificaciones de los productos referentes y las planteadas para el nuevo producto, es decir cuales especificaciones van en direcciones distintas, se oponen o se contradicen o se refuerzan de alguna forma. Estas contradicciones son la clave para plantear las “nuevas” especificaciones de forma incluyente.

Una tabla que sirve para hacer esta clasificación e identificación se presenta, en términos generales, en la Tabla 10

Producto de Referencia 1		Producto de Referencia 2		"Nuevo Producto"			Conflictos	
Códigos 1.i	Producto de Referencia 1	Códigos 2.j	Producto de Referencia 2	Códigos 3.k	"Nuevo Producto"	NPR i	Entre Especific	Tipo*
1.1	Especific. 1.1	2.1	Especific. 2.1	3.1	Especific. 3.1	NPR 3.1	3.1 y 2.3	<> o +-
1.2	Especific. 1.2	2.2	Especific. 2.2	3.2	Especific. 3.2	NPR 3.2	3.1 y 2.2	++
1.3	Especific. 1.3	2.3	Especific. 2.3	3.3	Especific. 3.3	NPR 3.3	3.3 y 1.3	--

1.4	Especific. 1.4			3.4				
1.n	Especific 1.n	2.n	Especific 2.n	3.n	Especific 3.n	NPR 3.n		

Tabla 10 Clasificación de especificaciones e Identificación de conflictos. (Elaboración Propia)

*: Tipos de Conflictos: (<> o + -): Contradicción u opuestas; (+ +): Refuerzo positivo; (- -): Refuerzo Negativo

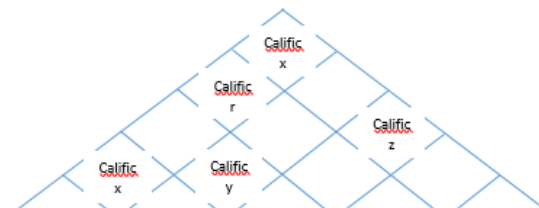
d) Despliegue de las Especificaciones para el Re-Diseño del Producto.

Como ya se expuso al principio de la propuesta una de las claves que hace de esta algo novedoso es la consideración y solución de los conflictos, tanto los que aparecen entre los planteamientos de los diferentes actores como en la configuración de las soluciones que se proponen. En el numeral anterior se han identificado los conflictos entre las especificaciones planteadas, se pasa entonces a replantear estas de modo que se incluyan en ellas dichas contradicciones y queden en evidencia de tal forma que sean explícitamente consideradas por el grupo de diseño para su solución, así como para la evaluación de las propuestas de solución. Para esto se usa un modelo de matriz QFD que permite para una misma característica o requerimiento, exponer varias condiciones o parámetros.

En este punto se toman las especificaciones más significativas de las que están relacionadas con el desarrollo del nuevo producto, tomar entre 5 y 10^{16} con las valoraciones más altas [NPR]. Se analizan los conflictos que presentan y se reconfiguran de modo que su nuevo planteamiento incluya dichos conflictos, bien sea por combinación o complementación; se despliegan estos planteamientos en una matriz de correlaciones tipo QFD y esa combinación entre los requerimientos y (¿Qué?) y los parámetros o condiciones (¿Cómo?) se constituirá en las “nuevas y muy diferentes especificaciones”

¹⁶ El autor ha podido establecer que en este rango está la mayor cantidad de especificaciones significativas a partir de la cuales es posible desarrollar un producto interesante, una cantidad mayor haría más complejo el desarrollo y no aportaría significativamente al planteamiento de las nuevas soluciones

En la Tabla 11 se muestra un genérico de cómo sería la compilación de las especificaciones o requerimientos y sus parámetros o condiciones, así como se ilustra la forma de correlación entre ellas. La tabla se configura de la siguiente manera:



Requerimiento Característica o Atributo	Objetivo de Mejoramiento*	↓	↑	↑	=	↑	Peso Relativo Influenciado del Requerimiento
	Parámetro	Parámetro o Condición 1	Parámetro o Condición 2	Parámetro o Condición 3	Parámetro o Condición 4	Parámetro o Condición n	
Peso Relativo [NPR %]							
Especific a	NPR 1	Calific x				Calific z	PRR 1
Especific b	NPR 2		Calific r				PRR 2
Especific c	NPR 3	Calific y	Calific x				PRR 3
Especific d	NPR 4		Calific z	Calific x			PRR 4
Especific e	NPR 5	Calific z		Calific y			PRR 5
Especific f	NPR 6				Calific x		PRR 6
Especific n	NPR n					Calific x	PRR n
Valor de los Parámetros:		Vlr Param 1	Vlr Param 2	Vlr Param 3	Vlr Param 4	Vlr Param n	
Peso Relativo del Parámetro:		PRP 1	PRP 2	PRP 3	PRP 4	PRP 5	
Orden de consideración:		o	m	p	n	q	

Tabla 11 Matriz Tipo QFD Correlaciones y valoraciones, (Elaboración Propia)

*: La flechas o símbolos en la tabla son puestas como ejemplo y obedecen a cada caso en particular.
1ra Columna: "Necesidad", Requerimiento, Características o atributos, tal como están en las especificaciones; Los "Que" se le piden al objeto solución.

2da Columna: Peso Relativo correspondiente (NPR)

1ra fila: Dirección Objetivo de afectación, es decir, esta variable se debe aumentar [i], o disminuir [j], para hacer un "mejor" el producto.

2da fila: Parámetro, métrica, variable significativa o condición a satisfacer, el "Cómo" se puede medir o, materializar la característica o atributo de la 1ra columna.

Diagonal, (Techo)¹⁷: Establece la correlación entre las métricas, parámetros o condiciones, se califica de 0 a 4 según la tabla VDI, Tabla 4, y el grado de influencia

Matriz central: Calificación del grado de correlación entre las características y los Parámetros, de 0 a 4, tabla VDI, Tabla 4.

Antepenúltima fila: Valores de referencia para las métricas

¹⁷ Con base en la dirección de optimización y la relación entre los diferentes parámetros o condiciones se da evidencia de los conflictos

Penúltima fila: Resultados del cálculo ponderado de las calificaciones por parámetro o condición para cada requerimiento

Última fila: Resultados, Nuevo Orden de las nuevas especificaciones.

Última Columna: Resultados del cálculo ponderado de las calificaciones por requerimiento para cada parámetro o condición.

La Relación entre Características, atributos o requerimientos y entre Parámetros o condiciones, se califica de 1 a 4 (Calific x) en función del grado de vinculación o afectación, donde 4 es una vinculación fuerte o muy significativa y 1 muy poca. Cuando no hay vínculo no se pone nada en la casilla.

Resuelta la matriz (Tabla 11), se cuenta con las principales especificaciones, requerimientos, parámetros y condiciones para enfocar el desarrollo del nuevo producto. Las valoraciones obtenidas dan una idea clara de cuáles son los elementos más críticos a resolver y que con seguridad generaran más impacto, tanto en el producto como en su posterior uso.

NOTA: La calificación entre "Cómos", Parámetros o Condiciones (Techo de la matriz) da una idea de cómo se afectan esos Cómos entre sí y aunque esa calificación no afecta los cálculos si da a los diseñadores una idea de que pasara en caso de resolver favorablemente una de esas condiciones y que efectos traerá sobre la (s) vinculada (s).

5.2.3 Paso 3. Selección De Los Productos De Referencia.

Realizar propuestas innovadoras exige conocer e identificar lo existente y disponible en el medio donde se presentará el desarrollo. Esto implica la realización de una investigación amplia sobre lo que se ha hecho para resolver las situaciones de diseño asociadas al tipo de producto planteado. Es conveniente tener información de lo exitoso y no exitoso ya que esto permite establecer un punto de partida hacia propuestas diferentes y evita repetir desarrollos. Con base en las funciones que se están trabajando o que se le quieren dar al producto, se seleccionan del mercado, por función, entre tres y cinco Productos de Referencia.

Para seleccionar “el mejor” o más adecuado Producto de Referencia y desarrollar productos bi- funcionales, se toman productos del mercado y se evalúan sus características utilizando el método “Benchmarking”¹⁸, para los productos que satisfacen la Función 1 y para los que satisfacen la Función 2, y en caso que existan productos comerciales que satisfagan la bi-funcionalidad deseada, se realiza una tercera evaluación para estos.

Aquí se toman como Criterios de evaluación las principales especificaciones para cada tipo de Producto de Referencia, individualmente, (mínimo 10 máximo 15) (Tabla 11), las cuales deben permitir evaluar, en términos generales, la **Usabilidad**, la **Funcionalidad** y la **Experiencia** de cada producto Las especificaciones seleccionadas deben ser las que se considerarían para seleccionar uno de los Productos de Referencia y que determinan que cumpla su función específica o algo más, Para esta evaluación se califica el grado de satisfacción que ofrece cada producto a cada criterio, con base en los valores expuestos en la Tabla 4.

En la Tabla 12 se ilustra de forma genérica la configuración de una evaluación tipo “Benchmarking”

¹⁸ Benchmarking: "...proceso sistemático y continuo de evaluación de los productos, servicios y procedimientos de trabajo de las empresas que se reconocen como representantes de las mejores prácticas..." (M. Spendolini, 1992).

Producto de Referencia 1, 2 (Correspondiente a la Función General 1, 2)						
Criterios Generales	Referencia o Modelo	1 [Imagen]	2 [Imagen]	3 [Imagen]	4 [Imagen]	5 [Imagen]
USABILIDAD	Peso Relat					
Especific 1	NPR 1	Califc x	Califc y	Califc x	Califc z	Califc x
Especific 2	NPR 2	Califc y	Califc y	Califc y	Califc x	Califc y
FUNCIONALIDAD						
Especific 3	NPR 3	Califc z	Califc x	Califc z	Califc r	Califc z
Especific 4	NPR 4	Califc r	Califc r	Califc r	Califc x	Califc r
Especific 5	NPR 5	Califc z	Califc r	Califc y	Califc z	Califc z
EXPERIENCIA						
Especific 6	NPR 6	Califc x	Califc y	Califc z	Califc r	Califc r
Especific 7	NPR 7	Califc r	Califc z	Califc y	Califc x	Califc x
Total:		Σ = Suma	Σ = Suma	Σ = Suma	Σ = Suma	Σ = Suma

Tabla 12 Matriz para evaluación de referencias. (Elaboración propia)

Para la selección de los Productos de Referencia, uno por cada función, es muy importante considerar que deben pertenecer a un mismo tipo o igual categoría tecnológica, pueden ser productos heterogéneos que utilizan diferentes componentes físicos para llevar a cabo funciones similares. O que tengan tecnologías similares o afines, ambos mecánicos, ambos eléctricos, ambos con movimiento, etc. o ser productos, de alguna forma, complementarios, que se puedan modificar por adición o integración, es decir, que permitan incorporar alguna función de acuerdo a su principio de funcionamiento. Con base en esto y a la mejor calificación de cada tabla se seleccionan los dos Productos de Referencia uno para cada función.

5.2.4 Paso 4. Identificación de Los Componentes

En este paso se establece la relación Componente – Función – Componente, esto es, se parte del principio que todo objeto tiene al menos una función principal y que dicha función se logra por la suma de funciones parciales o sub-funciones, que son aportadas por los componentes del producto.

Poder identificar correctamente la función principal y general de los Productos de Referencia exige entender en detalle su funcionamiento a la vez que determinar cuáles sub-funciones la hacen posible. Los componentes o partes son los encargados de aportar las sub-funciones, además de que son ellos los que lo caracterizan. De acuerdo a esto, y pensando en el Rediseño, la debida identificación de dichos componentes y sus funciones permitirá elaborar propuestas que impactarán significativamente hacia la innovación.

Como estrategia se toma aquí la identificación funcional de los objetos como principio de re-diseño, la cual se plantea como: La identificación de las principales sub-funciones de cada Producto de Referencia permite establecer las comunes entre dichos Productos, la identificación de los componentes que realizan dichas sub-funciones pueden ser similares en los Productos de Referencia o incluso muy diferentes, el caso es que esto permitirá simplificarlos unificando los componentes, adicionalmente, a partir de las funciones que debe cumplir el “nuevo” producto, Bi-funcional, se pueden identificar cuáles de las que se cumplen en los Productos de Referencia son similares a ellas, o que, al combinarse o complementarse las resolverían.

El Análisis Funcional es una buena herramienta para resolver lo planteado, este inicia con la representación como Sistema Tecnológico (Imagen 10) de los Productos de Referencia y de el “nuevo” Producto, en ella se identifica la Función Principal, así como sus principales Flujos de entrada y salida, el Tipo de Control y las principales variables de retroalimentación.

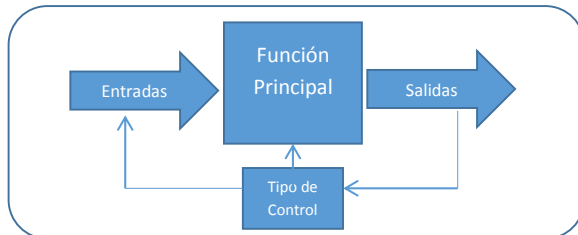


Ilustración 3 Representación como sistema (Elaboración Propia)

El proceso exige el desensamble de los productos de referencia y la identificación de los componentes mayores, un diagrama o imagen en explosión de los productos desensamblados ayuda muchísimo para identificar las transformaciones que sufren los flujos a través de los diferentes componentes y definir las funciones de cada uno, (su función particular) dentro del producto, así como otras funciones que podría realizar como una pieza general o como complemento de otros componentes¹⁹.

Tomando las funciones principales de cada componente se clasifican estas en Esenciales, Integrables o “Eliminables”, teniendo como criterio general para esta clasificación su aporte a la ejecución de la función principal del objeto analizado, así que si de la presencia y funcionamiento de un componente depende el funcionamiento del objeto total, se clasifica como Esencial; si los conocimientos o intuición técnica del analista le permiten prever que se puede integrar a otras funciones, se clasifica como Integrable y si la función particular no aporta directamente a la ejecución de la función principal del objeto, o es secundaria, se clasifica como “Eliminable” y los componentes asociados a esta últimas no se siguen analizando.

Con el fin de tener un panorama amplio de la composición de los Productos de Referencia, sus componentes y funciones, así como de los efectos que se tendrían al intervenir una de sus partes, se complementa la información anterior con la

¹⁹ Pahl & Beitz, 2007

Especificación o Característica del producto que es afectada directamente por la función analizada y el Parámetro de control asociado a esa especificación

Como ejemplo del análisis de un Producto de Referente se presenta la Figura 4.

Componente	Función Principal	Otras Funciones	Clasificación de la Función			Requerimiento vinculado	Parámetro Determinante
			Esencial 	Integrar 	Eliminar 		
 Pantalla	Indicar	Traducir señales	X			Fácil de ver	Tamaño
		Transmitir imágenes				Fácil de Usar	Panel táctil
 Carcaza	Contener componentes	Proteger		X		Durable	Resistencia la Impacto
		Posicionar				Resistente a la decoloración	Material
 Teclado	Recibir señales	Indicar Posición		X	(x)	Fácil de Usar	Tamaño
		Resistir Manejo				Durable	Material

Ilustración 4 Funciones para una referencia de teléfono celular (Elaboración propia con imágenes de Google)²⁰

²⁰ http://mlv-s2-p.mlstatic.com/pantalla-lcd-celular-blackberry-storm-2-9550-9520-telefono-2222-MLV4215421020_042013-F.jpg; http://img1.mlstatic.com/carcasas-blackberry-full-8100-8120-8300-8320-8520-8900-9700_MLV-O-32885189_5585.jpg;

5.2.5 Paso 5. Identificación De Los Componentes Claves

Los componentes Claves son aquellos significativos a intervenir por rediseño[3], son los encargados de realizar o apoyar aquellas funciones vinculadas a la Bi-funcionalidad. Se propone seleccionar cuatro o cinco componentes en total, (de los dos Productos de Referencia), y aquellos cuyas funciones se clasificaron como esenciales o a integrar (numeral 4).

Se establece entonces el grado de impacto que tienen los componentes de cada producto de referencia sobre las Especificaciones planteadas para el rediseño. Esto se hace calificando dicho impacto: que tanto vínculo tiene el componente con la especificación planteada, donde 0 no hay vinculo, no la afecta o impacta y 4 es definitivo. La Tabla 13 se puede usar para registrar estas correlaciones.

Componente		Componente 1		Componente 2		Componente 3		Componente n	
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.
Especificación 1	PPR ₁	Calif ₁₁ = PPR ₁ * Calif ₁₁	Pond. = PPR ₁ * Calif ₁₁	Calif ₂₁ = PPR ₁ * Calif ₂₁	Pond. = PPR ₁ * Calif ₂₁	Calif ₃₁ = PPR ₁ * Calif ₃₁	Pond. = PPR ₁ * Calif ₃₁	Calif _{n1} = PPR ₁ * Calif _{n1}	Pond. = PPR ₁ * Calif _{n1}
Especificación 2	PPR ₂	Calif ₁₂ = PPR ₂ * Calif ₁₂	Pond. = PPR ₂ * Calif ₁₂	Calif ₂₂ = PPR ₂ * Calif ₂₂	Pond. = PPR ₂ * Calif ₂₂	Calif ₃₂ = PPR ₂ * Calif ₃₂	Pond. = PPR ₂ * Calif ₃₂	Calif _{n2} = PPR ₂ * Calif _{n2}	Pond. = PPR ₂ * Calif _{n2}
Especificación 3	PPR ₃	Calif ₁₃ = PPR ₃ * Calif ₁₃	Pond. = PPR ₃ * Calif ₁₃	Calif ₂₃ = PPR ₃ * Calif ₂₃	Pond. = PPR ₃ * Calif ₂₃	Calif ₃₃ = PPR ₃ * Calif ₃₃	Pond. = PPR ₃ * Calif ₃₃	Calif _{n3} = PPR ₃ * Calif _{n3}	Pond. = PPR ₃ * Calif _{n3}
Especificación n	PPR _n	Calif _{1n} = PPR _n * Calif _{1n}	Pond. = PPR _n * Calif _{1n}	Calif _{2n} = PPR _n * Calif _{2n}	Pond. = PPR _n * Calif _{2n}	Calif _{3n} = PPR _n * Calif _{3n}	Pond. = PPR _n * Calif _{3n}	Calif _{nn} = PPR _n * Calif _{nn}	Pond. = PPR _n * Calif _{nn}
		$\Sigma = (PPR_1 * Calif_{1i})$		$\Sigma = (PPR_2 * Calif_{2i})$		$\Sigma = (PPR_3 * Calif_{3i})$		$\Sigma = (PPR_n * Calif_{ni})$	

Tabla 13 : Matriz de ponderación de Componentes vs. Especificaciones (Elaboración Propia)

Los componentes con mayor valor total ponderado serán los componentes a intervenir o sobre los cuales se puede trabajar el rediseño que conduzca a la innovación. De la misma manera, las funciones directas asociadas a esos componentes pueden ser las que den las pautas para el desarrollo de la nueva propuesta pues pueden motivar funciones nuevas.

5.2.6 Paso 6. Identificación De Los Conflictos

En términos generales un conflicto en un diseño se puede entender como la diferencia que se presenta entre la materialización de una solución y lo que se esperaba de ella, o que tan alejados están los resultados finales de la materialización y las especificaciones de diseño acordadas. Siempre se manifiesta como el grado de insatisfacción resultante.

En términos más concretos y asociados al proceso de solución se presentan los conflictos cuando al solucionar una variable satisfactoriamente se afecta negativamente, en la misma o mayor proporción, otra variable significativa en el mismo Producto o en el otro de Referencia. Esto puede ocurrir, en el peor de los casos, por desconocimiento de la relación entre ellas, como también por un fuerte vínculo físico y/o funcional. Comúnmente estos conflictos aparecen sin resolver en muchos productos debido a que no se perciben o los diseñadores y/o fabricantes optan por obviarlos para reducir el tiempo de lanzamiento o disminuir la complejidad en la manufactura [3], [4].

La solución de los conflictos es algo clave de esta propuesta ya que su identificación promueve el desarrollo de propuestas novedosas, las motiva a ser desarrolladas, y, al lograrse una solución hay una alta probabilidad de innovación.

Para poder establecer los conflictos se parte de las funciones compartidas entre los Productos de Referencia, se identifican los Componentes Clave, (numeral 5) y las variables significativas que determinan el funcionamiento de cada Producto. Estas variables son las que caracterizan el desempeño o presentación del mismo. Se deben identificar, adicionalmente, los fenómenos físicos involucrados o los principios que los rigen, para de esta manera poder establecer la correlación entre las variables y los efectos que produce la modificación de alguna de ellas.

Para facilitar este proceso se puede elaborar una tabla como la Tabla 14, donde se registran las relaciones entre componentes y las posibles acciones a seguir:

Componentes	P R 2	Comp. 2.1	Comp 2.2	Comp 2.3		Comp 2.m
P R 1	Funciones	Fn 2.1	Fn 2.2	Fn 2.3		Fn 2.m
Comp. 1.1	Fn 1.1					
Comp. 1.2	Fn 1.2		Acciones sobre los componentes*			
Comp. 1.3	Fn 1.3					
Comp. 1.n	Fn 1.n					

Tabla 14 Matriz de Relaciones y Acciones (Elaboración Propia)

*Tipos de acciones:

- CCFI: Conservar (Componente y Función Independiente en cada Objeto)
- ICF: Integrar (Componente y Función en los dos objetos)
- CC: Conectar Componentes
- E: Eliminar
- Vacia: N/A

Luego se recopila en otra tabla las Variables Significativas que caracterizan cada componente Clave, Tabla 15. Se deben considerara variables de todo tipo, (dimensiones, formas, materiales, texturas, etc.) aunque las variables físicas son las más manejables pues están vinculadas a algún tipo de representación matemática que permite encontrar valores diferentes para situaciones diferentes. La idea con esto es que de llegarse a modificar uno de estos componentes se pueda garantizar que el comportamiento del objeto seguirá siendo el mismo o mejor.

Componentes P R 1/2	Variables Significativa				
	V S 1	V S 2	V S 3		V S m
Comp, 1.1					
Comp, 1.2					
Comp, 1.3					
Comp, 1.n					
Comp, 2.1					
Comp, 2.2					

Tabla 15 Variables significativas de los componentes (Elaboración Propia)

Para encontrar los conflictos y determinar los efectos de una modificación en un componente sobre los otros componentes y sobre el funcionamiento del producto (¿cambia el comportamiento?), se sugiere llenar la Tabla 16. Se analizan tres o cuatro componentes clave los que permitan mayores acciones según la Tabla 14 y se evalúan en cuanto al impacto que producen sobre esos mismos componentes,

esto es, cuantificar los efectos positivos y negativos... (Preguntar si se incrementa, reduce o elimina, ¿qué efectos tiene?, se responde en términos de lo positivo o negativo que se produce y que es lo que específicamente se afecta. La Tabla 20 facilita la identificación de los conflictos a seleccionar.

		Comp. 2	Comp. 3	...	Producto 1/2
Comp. 1	Efecto si ↑				
	Efecto si ↓				
	Efecto si ✕				
Comp. 2	Efecto si ↑				
	Efecto si ↓				
	Efecto si ✕				
Comp. 3	Efecto si ↑				
	Efecto si ↓				
	Efecto si ✕				

Tabla 16 . Efectos y Conflictos (Elaboración Propia)

Los posibles efectos tienen que ver con mejoras, dificultades, simplificación, obstrucciones, complementa, etc. y se responde en esos términos. De la relación entre las acciones y sus efectos, surgen los conflictos entre componentes.

De los conflictos más “notorios” se seleccionan dos o tres, máximo, para explorar las propuestas de solución. La selección de estos puede obedecer a diferentes criterios tales como. Afinidad tecnológica con los diseñadores, grado de complejidad del conflicto, “magnitud” del reto, costos involucrados en el desarrollo de las propuestas y pre-visualización de los efectos de dicha solución.

Establecidos los conflictos a resolver se debe desarrollar una descripción funcional de lo que involucra el conflicto, esto se puede hacer a través de una caja negra o, si la complejidad es mayor, a través de una estructura o modelo funcional. [10]

5.2.7 Paso 7. Generación De Alternativas De Solución

Partiendo de los componentes críticos, aquellos involucrados en los conflictos más significativos, se propone hacer una búsqueda sistemática de posibles soluciones puntuales por componente, por su función o de acuerdo a su principio físico de funcionamiento. El uso frecuente de dos herramientas han demostrado sus bondades en el rediseño de productos y en la búsqueda de ideas de solución o

portadores físicos²¹ [7], así como en la motivación de rediseños y en la generación de alternativas de solución²², estas son las Matrices Morfológicas y el método o técnica SCAMPER²³. Herramientas que permiten identificar componentes comerciales o estándar o proponer desarrollos propios de los diseñadores.

5.2.7.1 Matrices Morfológicas en el Rediseño:

Las matrices morfológicas incentivan la búsqueda de soluciones diversas a la realización de una misma función o cumplimiento de una especificación, el grupo de diseño explora la posibilidad de usar diferentes objetos, comerciales o diseñados, para resolver adecuadamente la función que se está explorando [7], [11]. La Tabla 17 ilustra una plantilla para la configuración de este tipo de matriz.

Función a Resolver	Ideas Solución (IS) o Portadores Físicos					
	Referente	IS 1	IS 2	IS 3		IS n
Fn 1						
Fn 2						
Fn3						

Tabla 17 Matriz Morfológica (Elaboración Propia)

La idea en la utilización de la matriz radica en la motivación hacia la presentación de diferentes formas de lograr una función determinada y al hecho que la exposición de dichas soluciones promueve el planteamiento de otras. Si alguna idea de solución satisface la función planteada se compara con el referente y se establece la diferencia con él para determinar qué tan innovadora puede ser su utilización. En el caso que se deban resolver varias funciones para configurar una solución, lo que se puede realizar es una combinación adecuada de ideas de solución a criterio de los diseñadores y buscando conformaciones novedosas.

²¹ “Objeto” que realiza adecuadamente una función específica y cuyo principio físico es conocido.

²² Alternativa de Solución: Combinación de ideas solución para la conformación de una solución completa. Permite ilustrar a través de un sketch o modelación como quedaría “la solución” (producto completo)

²³ MINDTOOLS. “SCAMPER Improving Products and Services”. [en línea]. [25 de junio de 2013]. http://www.mindtools.com/pages/article/newCT_02.htm

Dentro de las consideraciones para encontrar ideas de solución se propone tener en cuenta diferentes tecnologías, tipos de energía, tipos de movimientos, materiales, cantidades, magnitudes, formas, etc.

Las casillas de la matriz se pueden llenar con imágenes, esquemas o incluso textos que hagan referencia a la idea de solución. Un buen complemento a esto es determinar si el portador es comercial o si será fabricado pues esto da claridad hacia donde se dirige el proceso de solución.

5.2.7.2 La Técnica SCAMPER en el Rediseño:

La solución a las preguntas que motiva esta técnica permite a los diseñadores explorar respuestas que de otra forma difícilmente se hubieran planteado, la versatilidad del planteamiento de las preguntas y su aplicación sobre diferentes características, especificaciones o componentes de cada producto a analizar motivan efectivamente la presentación de nuevos enfoques y soluciones lo que puede conducir fácilmente a una innovación. Una buena práctica es hacerse las preguntas de ¿Sustituir?, ¿Combinar?, ¿Adaptar?, ¿Modificar?, ¿Poner en otro contexto?, ¿Eliminar y/o Reversar el proceso?, para los componentes determinados en el numeral 6 y cuestionando Materiales, Función, Proceso de elaboración, Regla, Norma o ley Física que lo gobierna, etc. [12].

Aunque las preguntas genéricas podrían motivar muchas posibles respuestas, se plantea como guía las siguientes preguntas complementarias para cada genérica. (Basadas en la bibliografía con ajustes y adaptaciones del autor para concretarlas en el proceso que se está siguiendo), Tabla 18.

Lista de componentes de los Referentes	Función	Preguntas (¿Qué pasaría si?)				
		¿SUSTITUIR?				
Comp. 1.1	Fn 1	Materiales			Ubicación	

Comp. 1.2	Fn 2		La pieza completa	Reglas o Normas		
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					
¿COMBINAR?						
Comp. 1.1	Fn 1					
Comp. 1.2	Fn 2	Con otro para hacer lo mismo o mejor	Con otro para maximizar su funcionamiento	Las Funciones	Tecnologías	
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					
¿ADAPTAR?						
Comp. 1.1	Fn 1	Para ser usado de otra forma o que cumpla otra función	La Forma	El tamaño	Para Maximizar o minimizar	A otro contexto
Comp. 1.2	Fn 2					
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					
....						
¿MODIFICAR?						
Comp. 1.1	Fn 1	La forma de ser usado	La Forma	Si Agregó o quito	La Función	Amplifico o Disminuyo (Minimizar)
Comp. 1.2	Fn 2					
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					
....						
¿PONER EN OTRO CONTEXTO?						
Comp. 1.1	Fn 1	Otro Lugar	En que otra aplicación	Cambia el comportamiento?	Reusar, Reciclar	
Comp. 1.2	Fn 2					
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					
....						
¿ELIMINAR?						
Comp. 1.1	Fn 1	El Componente	La Función	Parte de él	Algunas características	Que lo hace más: rápido, liviano, grande, ...
Comp. 1.2	Fn 2					
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					
....						
¿REVERSAR?						
Comp. 1.1	Fn 1	Re pensar el proceso de diseño	Hacer lo contrario	El orden		
Comp. 1.2	Fn 2					
Comp. 1.3	Fn 3					
Comp 2.1	Fn 4					
Comp 2.2	Fn 5					

Tabla 18 Aplicación de la técnica SCAMPER (Adaptación Propia)

5.2.7.3 Conformación de la Alternativas de Solución

La conformación de Alternativas de Solución se desarrolla combinando los portadores encontrados o desarrollados en estas matrices e integrándolos a los objetos referentes. El grupo de diseño selecciona y decide que incorporar en las alternativas de solución, cuales componentes, piezas o partes, de modo que se solucionen satisfactoriamente las funciones solicitadas.

En esta incorporación se debe verificar la compatibilidad técnica, funcional, tecnológica, práctica y estructural y debe permitir visualizar el nuevo objeto tanto en su configuración como en sus posibilidades de uso, resaltando los elementos diferenciadores y que lo hace una propuesta innovadora.

La idea es elaborar al menos tres propuestas o alternativas de solución tipo “sketches”, donde se ilustren de la mejor manera las bondades de la propuesta y su funcionalidad. Aquí el factor estético juega un papel significativo.

a) Matriz Morfológica para la Conformación de Alternativas:

Una buena herramienta para esto es la utilización de la Matriz Morfológica, esta permite la visualización de todos componentes a interrelacionar. La Tabla 19 ilustra un genérico de cómo se pueden configurar las soluciones.

Componente o función a intervenir	Ideas Solución (IS) o Portadores Físicos				
	Ideas Solución 1	Ideas Solución 2	Ideas Solución 3		Ideas Solución m
Comp. 1	Portador 1.1	Portador 1.2	Portador 1.3		Portador 1.m
Comp. 2	Portador 2.1	Portador 2.2	Portador 2.3		Portador 2.m
Comp. 3	Portador 3.1	Portador 3.2	Portador 3.3		Portador 3.m
Comp. n					Portador n.m
Alternativa de solución	Alt. 1	Alt. 2	Alt. 3		

Tabla 19 Combinación de portadores o partes para conformar alternativas de solución.
(Elaboración Propia)

Los criterios de selección de los portadores que harán parte de una alternativa de solución tienen que ver con tecnologías afines y/o complementarias, afinidad de los materiales o principios de funcionamiento, garantía de “flujo suave”, cumplimiento balanceado de las funciones solicitadas, costos estimados razonables, posibilidades técnicas de implementación entre otros.

b) Arquitectura de Producto para el Rediseño:

Otra herramienta o proceso de conformación es la de la Arquitectura de Producto [13], la cual favorece la configuración de las propuestas desarrolladas de diferentes formas.

La disposición de los componentes en cuanto al espacio y su forma determinan en muchos de los casos la funcionalidad, el comportamiento y en todos, la estética de los productos. Esa disposición permite apreciar los objetos como diferentes y en muchos casos es la que favorece el proceso de manufactura. El desarrollo de alternativas de arquitectura ha demostrado que productos funcionalmente iguales se aprecien y valoren de forma diferente e incluso que algunos se acepten como innovaciones [15].

El método de desarrollo de arquitecturas planteado por K. Ulrich [13] es fácilmente seguible y se puede usar como herramienta para desarrollar alternativas de producto con alta probabilidad de ser innovadoras. En esta propuesta nos apartamos un poco de lo presentado por Ulrich en cuanto a que él trabaja desde el Diseño de un nuevo producto, por lo tanto, parte de la estructura o representación funcional para construir la arquitectura y aquí se parte de productos existentes que se van a intervenir en un Re-Diseño para construir una nueva alternativa de solución.

En resumen, la estrategia de trabajar sobre la arquitectura del producto involucra el que se considere el producto o al menos un subsistema completo, por lo tanto, y previo a esta, se debe conformar o combinar los componentes que harán parte de la solución, bien sea como resultado de aplicación de alguna de las estrategias anteriores o por combinación intuitiva de los elementos que componen los Productos de Referencia. Los pasos a desarrollar son²⁴:

1. Definir los órganos principales, Trozos²⁵ o “chunks” e identificarlos con letras.
2. Crear un diagrama esquemático del producto usando bloques básicos, (pirámides, conos, prismas, cilindros, cubos, esferas, ovoides, “donuts”), que representen a los Trozos.
3. Hacer un análisis de arreglos de los elementos del diagrama esquemático. Plantear diferentes disposiciones con base en la relación funcional, las secuencias o paralelismos de lo que debe hacer el producto o subsistema. Presentar, al menos, tres opciones.
4. Seleccionar entre las “mejores” variantes. Criterios: Flujos “suaves”, estética, Estabilidad, Espacio ocupado, interacción con el usuario
5. Identificar las interacciones Fundamentales²⁶ e Incidentales²⁷.
6. Seleccionar una propuesta y reconfigurarla con objetos físicos. Esta puede ser gráficamente (perspectiva), una modelación 3D o incluso a través de una maqueta o modelo blando, (Primero con los bloques geométricos y luego con una aproximación a los portadores físicos).

²⁴ Adaptados de lo propuesto por Ulrich [13]

²⁵ Trozo o “Chunk”: Elementos físicos, componentes, órganos o Portadores de Función. Se construyen a partir de la estructura funcional del objeto.

²⁶ **Interacciones Fundamentales** (funcionales): Son aquellas que se presentan a través de los flujos de materia, energía e información presentes en el producto. Garantizan el funcionamiento del objeto.

²⁷ **Interacciones Incidentales** (formales): Son aquellas que surgen debido a la implementación física particular de los elementos funcionales, o a la disposición geométrica de los componentes. Son indirectas y en algunos casos indeseadas. Muestran los efectos que se producen por la interrelación de componentes.

5.2.8 Paso 8. Verificación de Los Resultados

Para la verificación de los resultados se debe seleccionar una de las alternativas planteadas la cual se probará en forma virtual (simulación) o a través de un prototipo.

Esta selección se puede lograr objetivamente a través de una **Evaluación Técnico Económica** 28 [11], la cual permite determinar las alternativas más viables o que ofrecen mejores posibilidades y a la cual se le hace el Diseño de Detalle que permite su construcción, primer modelo o prototipo, para la realización de pruebas físicas.

Evaluación Técnico Económica: haciendo una síntesis de lo propuesto por Cross [11] para la realización de esta evaluación se propone la ejecución de los siguientes pasos:

5.2.8.1 Árbol de Criterios de Evaluación

Elaborar un Árbol de Criterios de Evaluación: Con base en lo planteado como especificaciones o requerimientos de los usuarios y otros actores, se elabora un Árbol de Criterios de Evaluación donde se evidencie la relación jerárquica entre ellos, (significatividad de cada sub-criterio con respecto a su predecesor y con respecto al Criterio general de evaluación).

En la Imagen 12 se ilustra un ejemplo genérico de como sería este árbol en cuanto a los niveles y los pesos relativos de dichos criterios, los porcentajes de la izquierda hacen referencia a la significatividad con respecto al nivel inmediatamente anterior y el porcentaje de la derecha a la significatividad con respecto al criterio general de evaluación.

²⁸ Evaluación Técnico Económica: propuesta en la Norma VDI 2225 y el Método del Análisis del Valor de Uso (UVA).

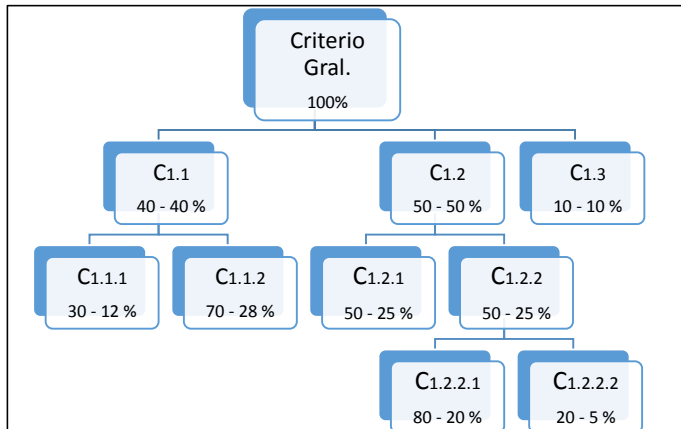


Ilustración 5 Esquema de Árbol de Criterios de Evaluación y su peso relativo. (Elaboración propia)

5.2.8.2 Matriz de Parámetros

Elaborar una Matriz de Parámetros para los criterios y asignar los valores de calificación (Tabla 8, VDI) para cada rango de valores de las variables que permiten medir dichos criterios. En la Tabla 20 se ilustra un ejemplo genérico, con base en la Figura 5, de la configuración de una Matriz de Parámetros con calificaciones

Criterio	Peso Relativo	Parámetro o Métrica	Calificaciones (VDI)				
			0	1	2	3	4
C ₁₁₁	12%	Parm 1					
C ₁₁₂	28%	Parm 2		Valores de las variables o métricas			
C ₁₂₁	25%	Parm 3					
C ₁₂₂₁	20%	Parm 4					
C ₁₂₂₂	5%	Parm 5					
C ₁₃	10%	Parm 6					
SUMA:	100%						

Tabla 20 Matriz de Parámetros y calificaciones. (Elaboración Propia)

5.2.8.3 Matriz de Evaluación

Elaborar una Matriz de Evaluación o Tabla de Compilación donde se registra toda la información de evaluación de cada alternativa y se determina la valoración final de cada una de ellas, se puede utilizar como referencia la Tabla 21.

Criterio	Peso Relativo	Alternativa 1		Alt. 2			Alt...			
		Valor del Parámetro	Calificación	Valor Ponderado	Vlr del Param.	Calific	Vlr Pnd	VP	C	VP
C ₁₁₁	12%	VP ₁₁₁	Calif 1	Cal1* PR1						
C ₁₁₂	28%	VP ₁₁₂	Calif 2	Cali2*PR2						
SUMAS	100 %	-----	∑=SUMA	∑=SUMA	-----	-----

Tabla 21 Matriz de evaluación (Elaboración Propia)

Para la asignación objetiva de las calificaciones se debe analizar la usabilidad de las alternativas de solución, estudiando el comportamiento en conjunto y las características de funcionamiento de una u otra solución a la bi-funcionalidad que ofrece cada alternativa. Este proceso de verificación se puede desarrollar de forma virtual, usando algún tipo de software de diseño que posea módulo de simulación (vg. Elementos finitos), o a través de modelos funcionales.

Con base en los resultados de la evaluación se selecciona la alternativa con mejor calificación ponderada y se procede al desarrollo del diseño de Detalle: Planos de ingeniería, selección de materiales, determinación de procesos de manufactura, especificaciones de calidad, consideraciones de diseño industrial (lenguaje y Arquitectura de producto, Ergonomía) y componentes estéticos, así como la validación de lo ecológico de las propuestas.

Una recomendación importante en este punto es la incorporación de los principios del Diseño Para el Ensamble y la Manufactura (DFMA) [14] ya que estos permiten optimizar la composición de los productos a través de la simplificación de los mismos y el análisis de los costos de fabricación para la elección económica del proceso de fabricación a considerar en la producción de la nueva propuesta.

Estando en este punto del desarrollo se puede construir un prototipo con una muy alta probabilidad de éxito y que permita la realización de pruebas de desempeño y

determinación final del comportamiento, así como una evaluación de percepción por parte de usuarios específicos, clientes o el mercado en general.

Nota: Las pruebas de validación de los productos dependen de cada desarrollo en particular, así que no hay forma de desarrollar o proponer una estrategia única o genérica para ello, lo único que mencionaría sería la implementación, en cada caso, de la teoría de “Diseño de experimentos” [23].

6. Caso

Caso Aplicado de la "**Propuesta Metodológica para el Rediseño de Productos con Enfoque en la Innovación**".

*"La innovación es un proceso que consiste en tomar una idea creativa y convertirla en un producto, servicio o método de operación útil. Por consiguiente, la organización innovadora se caracteriza por su capacidad para encauzar la creatividad hacia resultados útiles."*²⁹

Rubén D. Parra

INTRODUCCION

Se desarrolla aquí una aplicación cuidadosa de lo propuesto como metodología para el Rediseño de Productos con Enfoque en la Innovación.

Para esto se ha seleccionado un campo de acción sobre el que se tiene cierta sensibilidad y en el cual, desarrollar algo, tiene un impacto positivo asegurado. La intención es la de desarrollar un producto que permita mejorar las condiciones de vida de persona con movilidad reducida o en condición de discapacidad de movimiento de las extremidades inferiores.

Se sigue el paso a paso propuesto aplicando en cada caso las herramientas desarrolladas y planteadas, se determina la validez de los resultados en cada uno, así como se evidencia su practicidad. La tabla 22 resume los pasos y en ella se resaltan las herramientas utilizadas en este ejercicio:

²⁹ R.D. PARRA y Otros, La Auditoria de la Innovación. Ed EAFIT, 2007

Pasos	Descripción	Herramienta	Resultados	Entregables
1	Definir el Tipo de Producto	Encuesta y Entrevistas	Que se quiere "Lograr". Bi-funcionalidad. Producto funcionalmente definido.	Tipo de producto y su bi-funcionalidad claramente definida. Referentes Funcionales.
2	Definir las Especificaciones para el desarrollo	Encuesta Entrevista y Estadísticos, Matriz de correlación.	Lo que esperan los clientes y/o usuarios, ponderaciones por referencia funcional.	Lista de Especificaciones Ponderadas por Referente funcional
3	Seleccionar los productos de referencia	Benchmarking	Productos de Referencia.	Los referentes Físicos, concretos con referencia y especificaciones.
4	Identificar los componentes	"Análisis" Funcional (Diseño Inverso) Tabla de calificación VDI	Componentes Básicos o esenciales (físicos y funcionales)	Tabla de componentes y Funciones por referente. Tabla de Calificación de Especificación vs Componentes
5	Identificación de los componentes claves	Criterios de calificación y evaluación, Matriz de Ponderación de Especificaciones VS Componentes	Lista de componentes a integrar, modificar	Componentes más significativos, con mayor peso vs la especificaciones
6	Identificación de los conflictos entre componentes, funciones, desempeño, complejidad	Matriz de correlación cruzada. Tabla VDI	Lista de conflictos y componentes involucrados	Dos o tres conflictos significativos para resolver...
7	Generación de Alternativas de Solución	Matriz Morfológica	Sketch de Soluciones	Matriz Morfológica con portadores y principios físicos. Sketches de alternativas de solución

8	Verificar los resultados	Matrices de Parámetros y de Evaluación de Alternativas y	Sketchs o Modelación de las soluciones	Opciones: Planos de Ingeniería. Modelo Funcional. Modelo Virtual. Prototipo.
---	--------------------------	--	--	--

Tabla 22 Método de Rediseño Enfocado en la Innovación (Elaboración propia)

6.1 Paso 1: Identificación del Tipo de Producto:

Campo de acción: Salud, movilidad en silla de ruedas y actividad física, tonificación muscular, estimulación física, Circulación sanguínea, (Sedentarismo).

Situación: Por observación directa, entrevistas a especialistas en fisioterapia y usuarios, se ha detectado que uno de los problemas que sufren las personas que recurren a sillas de ruedas para sus desplazamientos es la pérdida significativa de masa muscular y ciertas deficiencias por la no estimulación de la circulación sanguínea debido a la falta de movimiento de las extremidades³⁰

Población, Clientes y/o Usuarios: Personas con requerimiento de movilidad en silla de ruedas, minusválidos, personas mayores o con reducida capacidad de manejo de sus piernas, (En principio se excluye la aplicación para deportista en silla de ruedas pues sus requerimientos son particularmente otros).

Planteamiento:

Análogo a quien se desplaza caminado sobre sus piernas y cuyos movimientos generan estimulación muscular, que a su vez activa y exige de la circulación sanguínea desde y hacia sus extremidades, se podría tener una silla de ruedas que permita el desplazamiento y a su vez y voluntariamente realizara ciertos movimientos de las piernas que las fortalezcan o estimulen los músculos y por ende la circulación sanguínea; en otra palabras, se plantea la pregunta: ¿Cómo sería un artefacto que combinara silla de ruedas y ejercitador para las piernas?.

³⁰ <http://www.botanical-online.com/malacirculacionenlaspiernas.htm>;
<http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000170.htm>; ("La discapacidad necesita movimiento")
http://www.puntovital.cl/en/forma/ejercicio_discapacitados.htm

Por lo tanto, se propone desarrollar una combinación de Silla de ruedas convencional y ejercitador estacionario de piernas.

El Rediseño enfocado en la innovación ofrece varias alternativas de desarrollo: Adición, Integración, Modificación o Modularización de componentes. En nuestro caso nos orientamos a la adición con sus respectivas interfaces.

6.2 Paso 2: Determinación de las Especificaciones para el desarrollo del Producto

De acuerdo con lo propuesto en el método el plantear especificaciones ingeniosas, diferentes, novedosas permite desarrollar productos con iguales calificativos. Es así que esto lleva a determinar los Actores y el grado de impacto sobre el desarrollo, uso y manipulación de los objetos, la consideración de sus deseos, requerimientos y expectativas sobre el producto y su desempeño y la interpretación de todo lo anterior de forma combinada.

6.2.1- ACTORES:

El grupo de diseño ha determinado como los más relevantes a:

Clientes / Usuarios: Por obvias razones.

Producción; directamente afectadas por las características de diseño, personas, (Taller de Máquinas y docentes de ingeniería de producción de la Universidad EAFIT).

Logística; por la afectación de su gestión en el suministro (compras) manipulación y distribución. (De igual forma, personal de la universidad EAFIT, compras y docentes de Logística.

Administración; por la necesaria disposición de los recursos, rol asumido por el director del proyecto de grado, y

Otros: pues hay participación de muchas personas no clasificadas.

6.2.2 Importancia Relativa

Como los Actores influyen de distinta manera y en distintos grados en el desarrollo del producto se establece con base en el impacto que generan sus decisiones su importancia relativa así:

6.2.2.1 Importancia Relativa del Actor Cliente / Usuario [IACU]: 65%. Asignado por el grupo de diseño de acuerdo a que, particularmente, este tipo de productos es esencialmente funcional y su evaluación siempre va a ser por percepción de comodidad.

6.2.2.2 Importancia Relativa Otros Actores [IOA] = (100% - IACU %) = 35%; este porcentaje se reparte a su vez de acuerdo a la relación entre cada actor y el criterio de evaluación (Costo, Tiempo, Calidad, Innovación), o con base en el impacto que tiene el trabajo de cada actor, desde su área, sobre los criterios de decisión del producto, (calificaciones de 0 a 4).

De acuerdo con la evaluación de impacto y a la valoración dada para ello, se construye la siguiente tabla (Tabla 23) que permite el cálculo del factor **Ac i**, (*Ponderado de impacto absoluto del actor sobre el desarrollo del producto*):

Tabla de impacto de la decisiones						
Criterios	Costo	Tiempo	Calidad	Innovación	Ac i	
	Precio	Servicio	Calidad	Innovación		
Peso relativo del criterio [PRC]% +	20%	15%	35%	30%	SUM(Califi*PRCi)	
Otros Actores	Producción	4	3	4	2	3.25
	Logística	4	4	4	1	3.1
	Administración	3	3	2	1	2.05
	Diseño	4	3	3	4	3.5
	Otros	0	1	0	4	1.35
				SUM(Aci)	13.25	

Tabla 23 Impacto de las decisiones sobre los principales parámetros, (Elaboración propia)

*Porcentajes establecidos por el grupo de diseño con base en los comentarios informales de clientes en almacenes de equipos ortopédicos (3) y salas de espera de consultorios médicos de ortopedia (3), en la ciudad de Medellín, a los que se les consulto sobre en qué orden y que tan importantes eran cada uno de estos criterios para la selección de un aparato.

Ahora, con base en el grado de impacto de las decisiones de cada Actor (Ac i) sobre los criterios que afectan la selección de algo, se establece el grado de importancia de cada Actor en el proyecto así:

$$\text{Importancia del actor} = [\text{SUM}(\text{Califi} * \text{PRCi}) * 100 / \text{SUM}(\text{Aci})] * \text{PROA}$$

En la Tabla 24 se resume el grado de importancia de cada Actor considerado en este caso.

Otros Actores	Importancia del actor [%]
Producción	8.58%
Logística	8.19%
Administración	5.42%
Diseño	9.25%
Otros	3.56%
Total OA	35%

Tabla 24 Importancia Relativa de cada Actor, (Cálculo y elaboración propia)

Encuesta: Elaboración

A modo de ejemplo y tomando algunas de las respuestas recibidas de varios actores se presenta el formato de encuesta típica y sobre él el registro de algunas respuestas obtenidas en su elaboración (Tabla 25).

Tipo de Actor:	Diseñador	Producción	Usuario *			Cliente	Logística	Administración	Otro
			Directo		Indirecto				
			Oca.	Frec					
* Ordenen los Criterios para la toma de decisión de adquisición, siendo 4 el más importante o primero y 1 el menos importante o último:			Precio		Desempeño	Calidad	Innovación		
			2		1	3	4		

Producto:	Silla de Ruedas / Ejercitador	Puntaje asignado (1-4)	¿A través de que la Evalúa?
Principales Características que DEBE satisfacer:	Facilidad de Manejo	4	Resistencia al movimiento
	Comodidad	4	Tiempo sin cambiar de postura
	Pocos Procesos de fabricación	2	Numero de procesos totales
	Libre de Mantenimiento	3	Tiempo sin intervención
Que tiene que tener a parte de lo Obvio	Que asegure los pies.	4	Si / No
	Despachos desensamblado	2	Dimensiones plegado
	Protección de la Intemperie	2	Si / No
Que quisiera que tuviera que la haría más deseable	Estilo	3	Formas simples
	Comodidad	4	Superficie de apoyo
	Fresca	4	Ganancia de Cantidad de calor por unidad de tiempo
	Automoción	2	Si / No
Que no aceptaría bajo ninguna circunstancia	Que genere lesiones en la piel o muscular	4	Aristas o puntas agudas
	Dificultad para la maniobra	4	Resistencia al movimiento
Que considera usted Haría Innovador el producto, un diferenciador significativo	La multifuncionalidad	4	Numero de funciones integradas
	Los materiales respirables	4	Especificaciones del material
	La protección a la intemperie	3	Si / No
Cuál sería su criterio de Decisión para su uso	Los evidentes beneficios	4	--
	Que el producto genere motivación para su uso	2	Impacto visual
Cuál sería su criterio de Decisión para su compra	La evidencia de bienestar y sus beneficios.		El conjunto
Con respecto al precio del producto estándar, Cuanto más estaría dispuesto a pagar [%]	25% +	Observaciones:	

Tabla 25 Ejemplo de planteamiento de características deseadas por diferentes Actores,
(Elaboración Propia)

6.2.3 Identificación De Las Especificaciones Para El Rediseño

Con base en las encuestas, la tabulación de las respuestas y las calificaciones asignadas por cada uno de los entrevistados se elaboran los listados por tipo de Actor:

6.2.3.1 Ponderación Características Clientes / Usuarios: (65%). Se entrevistaron 20 Cliente /Usuario donde había 2 expertos. La Tabla 26 muestra el resumen de estas encuestas:

SILLA DE RUEDAS con EJERCITADOR Atributos, Características, "Necesidades"	**Puntajes obtenidos por cada Característica³¹	Peso Relativo
Descripción	Puntajes	[%]
Comodidad	80	3.64%
Ajustable en tamaño	65	2.96%
Accesibilidad	60	2.73%
Facilidad de Manejo	80	3.64%
Resistencia Mecánica	60	2.73%
Que favorezca una posición Sana	75	3.41%
Personalizable	20	0.91%
Accionamiento suave	78	3.55%
Versatilidad para transitar diferentes tipos de terrenos	50	2.28%
Ergonómica	80	3.64%
Liviana	78	3.55%
Transportable	68	3.10%
Bajo Costo	45	2.05%
Resistente a la Intemperie	60	2.73%
Libre de Mantenimiento	55	2.50%
Reparable	40	1.82%
Fácil cambio de piezas de desgaste	35	1.59%
Durable	70	3.19%
Accionamiento suave	40	1.82%
Graduable en rango de movimiento	50	2.28%
Que asegure los pies.	68	3.10%
Fácil instalación y des-instalación	70	3.19%

³¹ **: Sumatoria de los puntajes asignados por diferentes clientes / Usuarios y considerando la sub clasificación de estos.

Atractiva	25	1.14%
Fácil activación de la doble función	76	3.46%
SUMAS:	1428	65%

Tabla 26 Ponderación de las Características expresadas por los Clientes / Usuarios, (Elaboración Propia).

6.2.3.2- Ponderación Características **Producción**: (8.58%)

Se entrevistaron 4 personas de producción. La Tabla 27 muestra el resumen de estas encuestas:

SILLA DE RUEDAS con EJERCITADOR Atributos, Características, "Necesidades"	**Puntajes obtenidos por cada Característica	Peso Relativo
Descripción	Puntajes	[%]
Pocos Procesos de fabricación	16	1.04%
Materiales disponibles	12	0.78%
Formas simples	10	0.65%
Pocos Ensamblados	12	0.78%
Pocas Piezas	16	1.04%
Modularidad	16	1.04%
Piezas simétricas	12	0.78%
Alto porcentaje de piezas comerciales	14	0.91%
Ensamblados rápidos	12	0.78%
Despachos desensamblado	4	0.26%
Que genere el menor desperdicio de material	8	0.52%
SUMAS:	132	8.58 %

Tabla 27 Ponderación de las Características expresadas por Producción, (Elaboración Propia).

6.2.3.3 Ponderación Características **Logística**: (8.19%)

Se entrevistaron 2 Personas de Logística. La Tabla 28 muestra el resumen de estas encuestas:

SILLA DE RUEDAS con EJERCITADOR Atributos, Características, "Necesidades"	**Puntajes obtenidos por cada Característica	Peso Relativo
Descripción	Puntajes	[%]
Liviano, Poco Peso	8	1.42%
Fácil transporte	6	1.07%
Plegable	6	1.07%
Desensamblable	4	0.71%
Materiales disponibles	7	1.25%
Que ocupe poco espacio	6	1.07%
Volumen del empaque múltiplo del de un contenedor	5	0.89%
Modular	4	0.71%
SUMAS:	46	8.19%

Tabla 28 Ponderación de las Características expresadas por Logística, (Elaboración Propia).

6.2.3.4 Ponderación Características **Administración:** (5.42%)

Se entrevistaron 4 Personas. La Tabla 29 muestra el resumen de estas encuestas:

SILLA DE RUEDAS con EJERCITADOR Atributos, Características, "Necesidades"	**Puntajes obtenidos por cada Característica	Peso Relativo
Descripción	Puntajes	[%]
Que sea Económico	14	0.68%
Que su volumen sea módulo de un contenedor	2	0.10%
Con obsolescencia conocida	6	0.29%
Que permita recuperar la inversión en máximo 3 años o con 2000 unidades vendidas.	12	0.59%
Que cumpla con los estándares de calidad	14	0.78%
Que se fabrique en un alto porcentaje con lo disponible en la planta (Taller)	12	0.59%
Máxima vinculación e piezas estándar	10	0.49%
Que complemente la gama de productos	13	0.63%
Que el lanzamiento sea en menos de 6 meses	10	0.49%
Que sea rentable	16	0.78%
SUMAS:	111	5.42%

Tabla 29 Ponderación de las Características expresadas por la Administración, (Elaboración Propia).

6.2.3.5 Ponderación Características **Diseño:** (9.25%)

Se entrevistaron 4 Personas. La Tabla 30 muestra el resumen de estas encuestas:

SILLA DE RUEDAS con EJERCITADOR Atributos, Características, "Necesidades"	**Puntajes obtenidos por cada Característica	Peso Relativo
Descripción	Puntajes	[%]
Comodidad	16	0.41%
Ajustable en tamaño	8	0.20%
Accesibilidad	12	0.31%
Facilidad de Manejo	16	0.41%
Resistencia Mecánica	14	0.36%
Que favorezca una posición Sana	12	0.31%
Personalizable	12	0.31%
Accionamiento suave	14	0.36%
Ergonómica	16	0.41%
Liviana	14	0.36%
Transportable	12	0.31%
Bajo Costo	13	0.33%
Resistente a la Intemperie	14	0.36%
Que sea estable	16	0.41%
Que sea segura	16	0.41%
Que no genere lesiones	16	0.41%
Durable	14	0.36%
Accionamiento suave	14	0.36%
Graduable en rango de movimiento	12	0.31%
Que asegure los pies.	14	0.36%
Fácil instalación y des-instalación	16	0.41%
Atractiva, estéticamente agradable	12	0.31%
Fácil activación de la doble función	16	0.41%
Que permita reducir su volumen para transportarla o guardarla	14	0.36%
Formas simples	12	0.31%
Fácil remoción / Instalación del sistema ejercitador por el usuario	16	0.41%
SUMAS:	361	9.25%

Tabla 30 Ponderación de las Características expresadas por Diseño, (Elaboración Propia).

6.2.3.6 Ponderación Características Otros: (3.56 %)

Se entrevistaron a 2 Personas. La Tabla 31 muestra el resumen de estas encuestas:

SILLA DE RUEDAS con EJERCITADOR Atributos, Características, "Necesidades"	**Puntajes obtenidos por cada Característica	Peso Relativo
Descripción	Puntajes	[%]
Qué No ocupe mucho espacio	6	0.49%
Que sea muy maniobrable	8	0.65%
Que sea Desensamblable	6	0.49%
Que permita ejercitarse mientras se mueve	8	0.65%
Que sea fácil de jalar o empujar por un acompañante	8	0.65%
Qué No fatigue al usuario	8	0.65%
SUMAS:		3.56%

Tabla 31 Ponderación de las Características expresadas por Otros Actores, (Elaboración Propia).

6.2.4 Ordenamiento o Priorización de Cada Característica:

Se realiza un solo listado de características sumando los pesos relativos de las iguales o que se resuelva de la misma manera. La Tabla 32 muestra el resumen de estas características con su respectivo peso relativo o grado de "Importancia":

	Atributos, Características, "Necesidades"	Orden de "Importancia"
1	Accionamiento suave	6.09%
2	Liviana	5.33%
3	Facilidad de Manejo	4.05%
4	Ergonómica	4.05%
5	Comodidad	4.05%
6	Fácil instalación y des-instalación	4.01%
7	Fácil activación de la doble función	3.87%
8	Que favorezca una posición Sana	3.72%
9	Durable	3.55%
10	Que asegure los pies.	3.46%
11	Transportable	3.41%
12	Ajustable en tamaño	3.16%
13	Resistencia Mecánica	3.09%
14	Resistente a la Intemperie	3.09%
15	Bajo Costo	3.06%
16	Accesibilidad	3.04%
17	Graduable en rango de movimiento	2.59%
18	Libre de Mantenimiento	2.50%

19	Versatilidad para transitar diferentes tipos de terrenos	2.28%
20	Qué No ocupe mucho espacio para su transporte	2.18%
21	Materiales disponibles	2.03%
22	Reparable	1.82%
23	Modular	1.75%
24	Fácil cambio de piezas de desgaste	1.59%
25	Atractiva, estéticamente agradable + un Diferenciador.	1.45%
26	Alto porcentaje de piezas comerciales	1.40%
27	Personalizable	1.22%
28	Que sea Desensamblable	1.20%
29	Plegable	1.07%
30	Fácil transporte	1.07%
31	Pocas Piezas	1.04%
32	Pocos Procesos de fabricación	1.04%
33	Volumen del empaque múltiplo del de un contenedor	0.99%
34	Formas simples	0.96%
35	Ensamblados rápidos	0.78%
36	Pocos Ensamblados	0.78%
37	Piezas simétricas	0.78%
38	Que cumpla con los estándares de calidad	0.78%
39	Que sea rentable	0.78%
40	Qué No fatigue al usuario	0.65%
41	Que permita ejercitarse mientras se desplaza	0.65%
42	Que sea fácil de jalar o empujar por un acompañante	0.65%
43	Que sea muy maniobrable	0.65%
44	Que complemente la gama de productos	0.63%
45	Que se fabrique en un alto porcentaje con lo disponible en la planta (Taller)	0.59%
46	Que permita recuperar la inversión en máximo 3 años o con 2000 unidades vendidas.	0.59%
47	Que genere el menor desperdicio de material	0.52%
48	Que el lanzamiento sea en menos de 6 meses	0.49%
49	Que no genere lesiones	0.41%
50	Que sea segura	0.41%
51	Que sea estable	0.41%
52	Con obsolescencia conocida	0.29%
		100.00%

Tabla 32 Compilación de las Características expresadas por los Actores Involucrados, (Elaboración Propia).

Con base en este listado se integran aquellas características similares o se complementan en una más general buscando reducir los aspectos a evaluar, así como hacer más concreto el trabajo de desarrollo. La Tabla 33 muestra el resumen de estas características con su nuevo grado de "Importancia":

	Atributos, Características, "Necesidades"	Orden de "Importancia"
1	Ergonómica, Comodidad, Que favorezca una posición Sana, Qué No fatigue al usuario	12.47%
2	Accionamiento suave, Facilidad de Manejo, Que sea muy maniobrable, Que sea fácil de jalar o empujar por un acompañante	11.44%
3	Qué No ocupe mucho espacio para su transporte, Que sea Desensamblable, Plegable, Fácil transporte, Transportable	8.93%
4	Fácil cambio de piezas de desgaste, Libre de Mantenimiento, Fácil Mantenimiento, Reparable	5.91%
5	Liviana	5.33%
6	Fácil instalación y des-instalación	4.01%
7	Fácil activación de la doble función	3.87%
8	Durable	3.55%
9	Que asegure los pies.	3.46%
10	Ajustable en tamaño	3.16%
11	Resistencia Mecánica	3.09%
12	Resistente a la Intemperie	3.09%
13	Bajo Costo	3.06%
14	Accesibilidad	3.04%
15	Graduable en rango de movimiento	2.59%
16	Versatilidad para transitar diferentes tipos de terrenos	2.28%
17	Materiales disponibles	2.03%
18	Modular	1.75%
19	Atractiva, estéticamente agradable + un Diferenciador	1.45%
20	Alto porcentaje de piezas comerciales	1.40%
21	Personalizable	1.22%
22	Pocas Piezas	1.04%
23	Pocos Procesos de fabricación	1.04%
24	Volumen del empaque múltiplo del de un contenedor	0.99%
25	Formas simples	0.96%
26	Ensamblés rápidos	0.78%
27	Pocos Ensamblés	0.78%
28	Piezas simétricas	0.78%

29	Que cumpla con los estándares de calidad	0.78%
30	Que sea rentable	0.78%
31	Que permita ejercitarse mientras se mueve	0.65%
32	Que complemente la gama de productos	0.63%
33	Que se fabrique en un alto porcentaje con lo disponible en la planta (Taller)	0.59%
34	Que permita recuperar la inversión en máximo 3 años o con 2000 unidades vendidas.	0.59%
35	Que genere el menor desperdicio de material	0.52%
36	Que el lanzamiento sea en menos de 6 meses	0.49%
37	Que sea estable	0.41%
38	Que no genere lesiones	0.41%
39	Que sea segura	0.41%
40	Con obsolescencia conocida	0.24%
		100.00%

Tabla 33 Ponderación Global de las Características expresadas por los Actores, (Elaboración Propia).

Con esto se puede determinar cómo, en las características de mayor valoración, hay cambios de posición con respecto a su importancia, lo que permite centrarse en aquellas más significativas y que arrojaran nuevas especificaciones.

6.2.5 Clasificación De Características, Atributos O “Necesidades”:

En la tabla 34 se clasifican las características listadas en la tabla anterior, de acuerdo a si son los productos de Referencia quienes las deben satisfacer o si debe ser el nuevo producto, la bi-funcionalidad (o multifuncionalidad), resultado del rediseño, quien debe responder por ellas. Se ha adicionado otra sub-clasificación en términos de Usabilidad, Funcionalidad y Experiencia como criterios que se usaran más adelante para seleccionar dichos productos

Las características que tocan concretamente la nueva propuesta son la clave para continuar el desarrollo, es sobre las que se centra el proceso creativo de acuerdo con la importancia de cada una.

Cod	Atributos, Características, "Necesidades"	Imp %	Clasificación			Producto 1 Silla de Ruedas	Producto 2 Ejercitador	NP Nuevo Producto
			U	F	E			
1	Ergonómica, Comodidad, Que favorezca una posición Sana, Qué No fatigue al usuario	12.47	x			X	X	
2	Accionamiento suave, Facilidad de Manejo, Que sea muy maniobrable, Que sea fácil de jalar o empujar por un acompañante	11.44	x					X
3	Qué No ocupe mucho espacio para su transporte, Que sea Desensamblable, Plegable, Fácil transporte, Transportable	8.93	x					X
4	Fácil cambio de piezas de desgaste, Libre de Mantenimiento, Fácil Mantenimiento, Reparable	5.91		x		X	X	X
5	Liviana	5.33	x			X	X	X
6	Fácil instalación y des- instalación	4.01		x				X
7	Fácil activación de la doble función	3.87	x					X
8	Durable	3.55	x			X	X	X
9	Que asegure los pies.	3.46	x					X
10	Ajustable en tamaño	3.16		x		X		
11	Resistencia Mecánica	3.09		x		X	X	X
12	Resistente a la Intemperie	3.09		x		X	X	X
13	Bajo Costo	3.06			x	X	X	X
14	Accesibilidad	3.04	x			X		X

15	Graduable en rango de movimiento	2.59		x			X	
16	Versatilidad para transitar diferentes tipos de terrenos	2.28	x			X		
17	Materiales disponibles	2.03		x		X	X	X
18	Modular	1.75		x				X
19	Atractiva, estéticamente agradable + un diferenciador	1.45			x	X	X	X
20	Alto porcentaje de piezas comerciales	1.40	x					X
21	Personalizable	1.22	x			X		X
22	Pocas Piezas	1.04		x		X	X	X
23	Pocos Procesos de fabricación	1.04		x		X	X	X
24	Volumen del empaque múltiplo del de un contenedor	0.99	x			X	X	X
25	Formas simples	0.96			x	X	X	X
26	Ensamblés rápidos	0.78		x				X
27	Pocos Ensamblés	0.78		x				X
28	Piezas simétricas	0.78		x				X
29	Que cumpla con los estándares de calidad	0.78	x			X	X	X
30	Que sea rentable	0.78			x			X
31	Que permita ejercitarse mientras se mueve	0.65		x				X
32	Que complemente la gama de productos	0.63			x			X
33	Que se fabrique en un alto porcentaje con lo disponible en la planta (Taller)	0.59		x				X

34	Que permita recuperar la inversión en máximo 3 años o con 2000 unidades vendidas.	0.59			x			X
35	Que genere el menor desperdicio de material	0.52		x				X
36	Que el lanzamiento sea en menos de 6 meses	0.49			x			X
37	Que sea estable	0.41	x			X		
38	Que no genere lesiones	0.41	x			X	X	X
39	Que sea segura	0.41			x	X		X
40	Con obsolescencia conocida	0.24			x		X	

Tabla 34 Clasificación de especificaciones por Producto. (Elaboración Propia)

6.2.6 Contradicciones:

Debido a la multiplicidad de características relacionadas de los diferentes Actores y por las muy variadas exigencias que se le puede hacer a un nuevo producto es inevitable que aparezcan requerimientos encontrados o que de solucionarse uno satisfactoriamente otro u otros se verán desfavorecidos. Identificar estas características contradictorias es muy importante para el proceso de rediseño, en primera instancia porque permitirá plantear especificaciones diferentes [Cantamesa, 2014], y, en una segunda instancia la solución acertada de la combinación de ellas dará, con seguridad, un producto diferente y novedoso.

Del análisis de las características expresadas y haciendo un cruce entre ellas buscando cuales hacen propuestas opuestas o aparentemente opuesta se extrae lo siguiente, (Tabla 35):

Característica 1	Característica 2	Observaciones
	Bajo Costo	Contradicción en que la búsqueda de ciertas
	Formas simples	

Ergonómica, Comodidad, Que favorezca una posición Sana, Qué No fatigue al usuario	Que permita ejercitarse mientras se mueve	características implica más materiales, formas más complejas, más costos...
Resistencia Mecánica	Liviana	
Bajo Costo	Graduable en rango de movimiento	“
	Personalizable	
	Que sea segura	
Graduable en rango de movimiento	Pocos Procesos de Fabricación	Más funciones, más elementos, más procesos
Alto Porcentaje de Piezas Comerciales	Pocos ensambles	
Personalizable	Pocas Piezas	
	Bajo Costo	
Que permita ejercitarse mientras se mueve	Que sea Estable	Es necesario consolidar las características pues no son directamente consecuentes.
	Que no genere lesiones	
	Que sea segura	
	Accionamiento suave, Facilidad de Manejo, Que sea muy maniobrable, Que sea fácil de jalar o empujar por un acompañante	
Que se fabrique en un alto porcentaje con lo disponible en la planta (Taller)	Que genere el menor desperdicio de material	

Tabla 35 Análisis de Conflictos entre Características, (Elaboración Propia).

Con base en las características solicitadas y los conflictos entre ellas se plantean a continuación unas características “nuevas” las cuales orientan las propuestas de rediseño hacia algo diferente y novedoso, Tabla 36

Orden de “Importancia”	Nuevos Atributos, Características, “Necesidades”	Peso Relativo
1	Cómodamente Ergonómico	12.47%
2	De Fácil manejo por el usuario y/o acompañante.	11.44%
3	Fácil transporte en no uso	8.93%
4	Fácil Mantenimiento, Reparable	5.91%
5	Liviana	5.33%
6	Fácil instalación y des-instalación	4.01%
7	Fácil activación de la doble función	3.87%
8	Durable	3.55%
9	Que asegure los pies.	3.46%
10	Ajustable en tamaño	3.16%
11	Resistencia Mecánica	3.09%

12	Resistente a la Intemperie	3.09%
13	Bajo Costo	3.06%
14	Accesibilidad	3.04%
15	Graduable en rango de movimiento	2.59%

Tabla 36 "Nuevas" características para la conformación de especificaciones. (Elaboración propia).

6.2.7 Redacción de Las Especificaciones Para El Re-Diseño Del Producto.

Con el fin de manejar adecuadamente las características y llevarlas a un nivel que se puedan resolver satisfactoriamente, es decir que se planeen en términos de parámetros que delimiten dichas características se usa la siguiente configuración³²:

Especificación = "Necesidad" + Parámetro o Métrica + Valor y Unidad de Medida.

La Tabla 37 recoge las principales especificaciones planteadas para el desarrollo de las propuestas de solución a la silla de ruedas con ejercitador.

Características	Peso Relativo	Parámetro	Valor / Unidad	Observación
Accionamiento suave	6.09%	Fuerza de Accionamiento <	50 Nw	
Liviana	5.33%	Peso <	150 Nw	
Facilidad de Manejo	4.05%	Fuerza de accionamiento <	25 Nw	Terrenos llanos
Ergonómica	4.05%	Percentiles / Posiciones \ddot{Y} / ° de ajuste	\ddot{Y} / >5 / 15°	
Comodidad	4.05%	Posición en función de la Ergonomía	> 3	
Fácil instalación y des-instalación	4.01%	Numero de Accionamientos <	3	
Fácil activación de la doble función	3.87%	Numero de accionamientos <	3	
Que favorezca una posición Sana	3.72%	Posición Ergonómica	-	
Durable	3.55%	Años de uso >	10	
Que asegure los pies.	3.46%	-	-	
Transportable	3.41%	Peso / Dimisiones / Numero de pliegues, < / < / <	< 150 Nw / < 80 x 70 x 25	

³² S. Pugh, Total Design – Integrated Methods for Successful Product Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, Harlow, UK, 1991.

			Cm / 3<Pliegs<6	
Ajustable en tamaño	3.16%	Variación Dimensional < x <	X +/- 15 Cm	
Resistencia Mecánica	3.09%	Resistencia a cargas <	250 Kg	Carga estática
Resistente a la Intemperie	3.09%	Materiales o recubrimientos resistentes a los rayos UV y a la humedad	-	
Bajo Costo	3.06%	Precio de Venta <	\$ 500.000	

Tabla 37 Lista de Especificaciones para el Rediseño. (Elaboración Propia).

6.3 Paso 3: Selección De Los Productos De Referencia.

Tomando como referencia las características planteadas en las encuestas y tabuladas en numerales anteriores se pasa a seleccionar del mercado los productos de referencia, para esto se utiliza, en este caso, una evaluación tipo "Benchmarking", en las imágenes siguientes (1, 2 y 3) se ilustra el resumen de esta evaluación para los productos de referencia, (silla de ruedas, Ejercitador y combinados).

NOTA: Para el Caso y en función de ilustrar la propuesta metodológica se trabaja con imágenes representativas de los productos, citan las Cibergrafías de donde fueron tomados.

En las Figuras 6 y 7 se ilustra el proceso de selección (Benchmarking) para la silla de ruedas y para el ejercitador de piernas. En la Figura 8 se evalúa la oferta de sistemas combinados que servirán como referencia.






Criterios Generales					
USABILIDAD					
Accionamiento suave	2	2	1	2	4
Liviana	2	3	2	3	3
Facilidad de Manejo	2	2	1	3	3
FUNCIONALIDAD					
Durable	4	3	2	3	3
Que asegure los pies.	4	0	4	4	2
Resistencia Mecánica	3	3	3	4	4
Transportable	3	3	2	4	2
EXPERIENCIA					
Cómoda	2	2	2	3	4
Marca	2	1	2	4	4
Total:	$\Sigma= 24$	$\Sigma= 19$	$\Sigma= 19$	$\Sigma= 30$	$\Sigma= 29$

Ilustración 6: Benchmarking para sillas de ruedas. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)

Criterios Generales					
USABILIDAD					
Accionamiento suave	4	4	3	2	1
Liviana	2	1	2	2	1
Facilidad de Manejo	3	3	4	3	3
FUNCIONALIDAD					
Durable	3	3	2	4	4
Que asegure los pies.	0	0	0	2	0
Resistencia Mecánica	3	3	3	4	4
Transportable	2	2	2	1	2
EXPERIENCIA					
Cómoda	3	2	3	2	2
Marca	3	1	2	2	2
Total:	$\Sigma= 23$	$\Sigma= 19$	$\Sigma= 21$	$\Sigma= 22$	$\Sigma= 19$

Ilustración 7 Benchmarking para Ejercitadores de pies y piernas. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)

Criterios Generales	https://encrypted-tbn2.gstatic.com/img	https://encrypted-tbn2.gstatic.com/img	http://fotos00.laoplin.com/escamora.es/201
USABILIDAD			
Accionamiento suave	3	4	2
Liviana	1	2	2
Facilidad de Manejo	3	3	3
FUNCIONALIDAD			
Fácil instalación y des-instalación	3	3	4
Fácil activación de la doble función	1	1	3
Resistencia Mecánica	3	3	3
Transportable	1	2	3
EXPERIENCIA			
Cómoda	3	2	2
Marca	4	3	2
Total:	$\Sigma = 22$	$\Sigma = 23$	$\Sigma = 24$

Ilustración 8: Benchmarking para Sistemas combinados de movilidad y ejercicio. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)

La Figura 9 ilustra los productos seleccionados para la realización de la combinación y base para la intervención de los mismos como rediseño.



Ilustración 9: Productos de Referencia. Elaboración propia, (Imágenes tomadas de Google/Imágenes 2014)

6.4 Paso 4: Identificación de Los Componentes Clave

6.4.1 Producto de Referencia 1, Silla de ruedas estándar:

6.4.1.1 Identificación de componentes:

La Figura 10 representa los principales y más generales componentes de una silla de ruedas tradicional

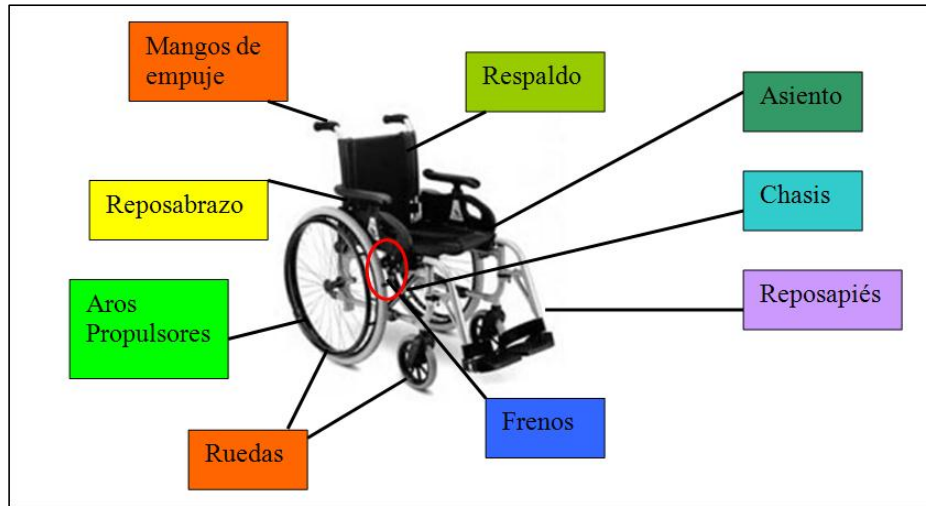


Ilustración 10: Lista de componentes generales de la silla de ruedas. (Elaboración propia sobre imagen de Google 2014)

6.4.1.2 Clasificación de Partes:

En la Tabla 38 se recoge la información correspondiente a los principales componentes de las sillas de ruedas y sus funciones de modo que orienten los efectos que pueden ocurrir al intervenirlos.

Componente	Función Principal	Otras Funciones	Tipo de Función	Requerimiento Vinculado	Parámetro Determinante
Espaldar	Servir de apoyo a la Espalda	Acomodar, Estabilizar	+	Comodidad	Posición
Asiento	Soportar	"	✓	Comodidad, Posición	Dimensiones
Apoya Brazos	Soportar	Estabilizar	+	Comodidad	Posición, Dimensiones
Apoya Pies	Soportar	Proteger	+	Asegurar los pies	-
Chasis	Integrar	Soportar	✓	Transportable	Dimensiones
Frenos	Retener	Disminuir Velocidad	✓	Facilidad de Manejo	Número de accionamientos
Ruedas traseras	Facilitar Movilidad	Soportar	✓	Accionamiento suave	Diámetro Exterior
Aros de Impulsión	Transmitir <u>movto.</u>	Amplificar fuerzas	+	Accionamiento suave	Diámetro Exterior
Ruedas Delanteras	Direccionar	Estabilizar	✓	Accionamiento suave	Diámetro Exterior
Mangos de Empuje	Transmitir <u>movto.</u>	Conducir por 2da Persona	+	Facilidad de Manejo	Fuerzas de accionamiento

Tabla 38: Tabla de clasificación de componentes Silla de Ruedas (Elaboración Propia)

6.4.2 Producto de Referencia 2: Ejercitador de Pies y Piernas

6.4.2.1 Identificación de componentes:

La Figura 11 representa los principales y más generales componentes de un ejercitador de piernas comercial



Ilustración 11: Identificación de componentes ejercitador de pies y piernas (Elaboración propia sobre Imagen de Google 2014)

6.4.2.2 Clasificación de partes

En la Tabla 39 se recoge la información correspondiente a los principales componentes de un ejercitador y sus funciones de modo que orienten los efectos que pueden ocurrir al intervenirlos.

Componente	Función Principal	Otras Funciones	Tipo de Función	Requerimiento Vinculado	Parámetro Determinante
Apoya Pies	Soportar	Desplazar	☑	Soportar, Acomodar	Superficie, Rugosidad
Carcasa	Integrar	Proteger	+	Proteger, Integrar	Resistencia a impacto
Generación de Movimiento	Suministrar Energía Mecánica	Transformar Energía Eléctrica en Mecánica	+	Que funcione con electricidad	Torque y RPM
Transmisión de Movimiento	Transmitir	Amplificar	☑	Resistencia Mecánica	Tenacidad, Dureza
Ajuste de desplazamiento	Variar Intensidad	Ajustar	☑	Variación de la intensidad de movimiento	Grados de variación

Tabla 39 : Tabla de clasificación de componentes Ejercitador (Elaboración Propia)

6.4.3 Determinación de los componentes a rediseñar e integrar en el nuevo producto:

Con base en las listas de componentes sus funciones esenciales, integrables o eliminables y lo que se espera compartan en el nuevo producto se puede establecer una relación de vinculo, esto es, que componente resuelve la función en cada objeto y cuales se podrían integrar en uno solo para que la resuelva en los dos y finalmente, cual componente serviría de enlace entre ambos objetos. La Tabla 40 resume estas relaciones.

Componentes	Componentes	Apoya Pies	Caroza	Generador de Movimiento	Transmisión de Movimiento	Ajuste de desplazamiento
Componentes	Funciones	Soportar, Desplazar	Integrar, Proteger	Suministrara Energía Mecánica, Transformar Energía Eléctrica en Mecánica	Transmitir, Amplificar	Variar Intensidad, Ajustar
Espaldar	Servir de apoyo a la Espalda, Acomodar, Estabilizar	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Asiento	Soportar, Acomodar, Estabilizar	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Apoya Brazos	Soportar, Estabilizar	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Apoya Pies	Soportar, Proteger	ICF	ICF	CC	CC	CC
Chasis	Integrar, Soportar	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Frenos	Retener, Disminuir Velocidad	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Ruedas traseras	Facilitar Movilidad, Soportar	CC	CCFI	CC	CC	CC
Aros de Impulsión	Transmitir movto, Amplificar fuerzas	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Ruedas Delanteras	Direccionar, Estabilizar	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI
Mangos de Empuje	Transmitir movto, Conducir por 2da Persona	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI	CCFI

Convenciones:
 CCFI: Conservar (Componente y Función Independiente en cada Objeto)
 ICF: Integrar (Componente y Función en los dos objetos)
 CC: Conectar Componentes
 g: Eliminar
 N/A

Tabla 40: Identificación de los componentes susceptibles de rediseño e integración para la configuración de las alternativas de solución (Elaboración Propia).

6.5 Paso 5: Identificación De Los Componentes Claves

Estos se identifican a través del vínculo entre Componentes y Especificaciones. Se establece una relación entre los componentes principales de los objetos de referencia que se pueden intervenir y las principales o más significativas Especificaciones que se quieren desarrollar a través de una calificación con base en la tabla VDI y que valore el grado de impacto que tiene cada componente sobre cada una de las especificaciones, así:

- ➔ No tiene ninguna relación con la Especificación.
- 4 ➔ Afecta la Especificación significativamente, es el componente que la resuelve.
- Luego se calcula el valor ponderado de acuerdo con el peso relativo de las funciones a considerar y finalmente se calculan los totales.

Las mayores valoraciones totales nos darán los Componentes Clave y sus funciones y serán la base para Rediseñar, (Tabla 20).

Especificaciones a trabajar	NPR	Espaldar		Apoya Brazos		Apoya Pies		Aros de Impulsión		Mangos de Empuje		Carcaza		Generación de Movimiento		Total
		Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	Calif.	Pond.	
1 Accionamiento y manejo con fuerzas < 10 Nw	17,86%	0	0	0	0	1	0,094	3	0,282	3	0,282	1	0,094	4	0,375	2,143
4 Con un Peso total < 150 Nw	9,39%	1	0,094	1	0,094	2	0,188	1	0,094	1	0,094	3	0,282	3	0,282	1,784
2 Con mas de 3 posiciones de ajuste para el cuerpo	20,82%	4	0,375	3	0,282	3	0,282	2	0,188	2	0,188	1	0,094	0	0	3,123
3 Con mas de 3 tamaños de ajuste. (LxAxA)	5,57%	2	0,188	2	0,188	3	0,282	0	0	3	0,282	1	0,094	1	0,094	0,668
5 Con menos de 3 pasos para activar y desactivar la doble funcion	13,88%	0	0	0	0	3	0,282	2	0,188	0	0	3	0,282	3	0,282	1,527
6 Plegable o desensamblable al menos en 3 partes	6,01%	2	0,188	3	0,282	3	0,282	3	0,282	2	0,188	3	0,282	4	0,375	1,201
7 Con una capacidad de carga hasta de 2.5 KNw	5,44%	1	0,094	1	0,094	2	0,188	1	0,094	2	0,188	2	0,188	1	0,094	0,544
8 En materiales resistentes a la intemperie y amables al cuerpo humano	5,44%	0	0	0	0	0	0	2	0,188	1	0,094	2	0,188	0	0	0,272
9 Con un costo razonable, menor a \$ 500,000	5,39%	1	0,094	1	0,094	2	0,188	2	0,188	1	0,094	2	0,188	3	0,282	0,647
10 Con protección del usuario al sol y/o lluvia removible (nueva)	10,21%	1	0,094	1	0,094	0	0	0	0	2	0,188	0	0	0	0	0,409
	100 %	12	1,126	12	1,126	19	1,784	16	1,502	17	1,596	18	1,69	19	1,784	

Tabla 41: Ponderación de funciones y componentes clave (Elaboración propia).

6.6 Paso 6: Identificación De Los Conflictos

6.6.1 Relación entre los componentes clave y las principales las variables que afectan.

La Tabla 42 ilustra que variables determinan las características de los componentes clave, a la vez que permite visualizar el vínculo entre dichas variables en un mismo componente.

COMPONENTES	Dimensiones			Materiales			Textura (Rugosa / aspera)	Ajuste de Posición			Ajuste de transmisión			Removibles	
	Largo	Ancho	Espejo	Madera	Polimeros	Metales		Compuestos	Altura General	Inclinación Espalda	Piernas / Rodillas	1 Frecuencia	2 Frecuencias		3 Frecuencias
Espaldar	x	x	x		x	x	x		x						x
Apoya Brazos	x	x	x		x	x	x		x						x
Apoya Pies	x	x	x		x	x	x		x		x			x	x
Aros de Impulsión	Diam.		x			x	x	x							x
Mangos de Empuje	x		x		x	x	x	x		x					x
Carcaza	x	x	x		x		x	x							x
Generación de Movimiento						x					x			x	x
Cubierta	x	x	x												

Tabla 42: Relación Componentes Clave y Variables significativas. (Elaboración Propia).

6.6.2 Identificación de los conflictos particulares

Para el análisis se toma como referencia las posibilidades de intervenir los componentes en tres situaciones generales, Aumentando el componente (j), Disminuyéndolo (!) o Eliminándolo (X) y con base en las variables involucradas, se establece que otros componentes se afectan con eso.

La Tabla 43 ilustra estas relaciones, además incluye un comentario sobre el efecto que puede producir sobre el funcionamiento de los componentes afectados en caso de modificarse el componente

COMPONENTES		Apoyo Brazos	Apoyo Pies	Aros de Impulsión	Mangos de Empuje	Carcasa	Generador de Movimiento	Cubierta	Producto Completo
Eje del Ar	Resultado si j	-	-	-	Los separa	-	Facilita	Levanta	-
	Resultado si !	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	No se puede
Apoya Brazos	Resultado si j	-	-	Dificulta	-	-	Dificulta	-	-
	Resultado si !	-	-	Facilita acceso	-	-	Facilita	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	Simplifica
Apoya Pies	Resultado si j	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si !	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	No se puede
Aros de Impulsión	Resultado si j	-	-	-	-	-	Facilita	-	-
	Resultado si !	-	-	-	-	-	Dificulta	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	Dificulta	-	Simplifica
Mangos de Empuje	Resultado si j	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si !	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	Simplifica
Carcasa	Resultado si j	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si !	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	Simplifica
Generador de Movimiento	Resultado si j	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si !	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	Simplifica
Cubierta	Resultado si j	-	-	-	-	-	-	-	Complementa
	Resultado si !	-	-	-	-	-	-	-	-
	Resultado si X	-	-	-	-	-	-	-	Simplifica

Tabla 43: Relación de afectación entre componentes Clave. (Elaboración Propia)

De los conflictos identificados se seleccionan, con base en: La Afinidad tecnológica con los diseñadores, el Grado de complejidad del conflicto, la “Magnitud” del reto y / o los Costos involucrados en el desarrollo de las propuestas, aquellos que se van a resolver.

Para nuestro caso se seleccionan:

- Conexión entre la tracción de la silla de ruedas y el accionamiento alterno del ejercitador.
- Apoya pies, Con el ejercitador y sin él.
- Sistema de acople / Desacople (Del ejercitador a la silla y al mecanismo de accionamiento alterno)
- Desarrollo de la cubierta para la intemperie.

Estos conflictos se describen funcionalmente a través de una representación en “Caja Negra”, las Figuras de la 12 a la 15 representan dichas cajas negras para las principales funciones a intervenir.

- Conexión entre la tracción de la silla de ruedas y el accionamiento alterno del ejercitador.

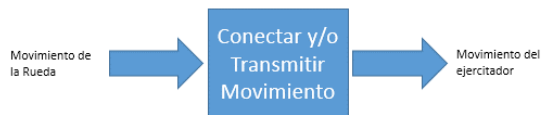


Ilustración 12 Caja Negra 1 (Elaboración Propia)

- Apoyar pies, Con el ejercitador y sin él.

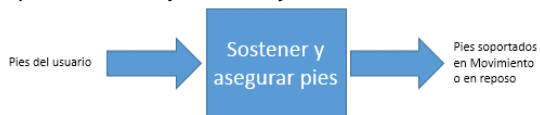


Ilustración 13: Caja Negra 2 (Elaboración Propia)

- Sistema de acople / Desacople (Del ejercitador a la silla y al mecanismo de accionamiento alterno)

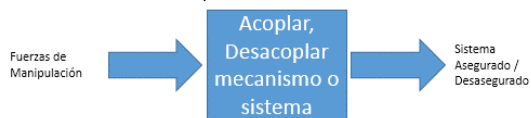


Ilustración 14: Caja Negra 3 (Elaboración Propia)

- Desarrollo de la cubierta para la intemperie.

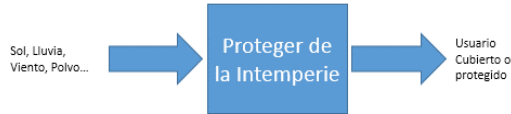


Ilustración 15: Caja Negra 4 (Elaboración Propia)

6.7 Paso 7: Generación De Alternativas De Solución

Para la formalización de las soluciones y el desarrollo de alternativas prometedoras se utiliza, en este caso, la herramienta “Matriz Morfológica”, la cual permite plantear portadores físicos por función y conformar soluciones al combinarlos, Imágenes 16 y 17.

6.7.1 Matriz Morfológica, Portadores Físicos:

Componente	Función	Alt sin 1	Alt sin 2	Alt sin 3	Alt sin 4	Alt sin 5	
Mecanismo	Conectar y/o Transmitir Movimiento	Sistema biela manivela	Sistema de Cardan	Transmision con cadena y excéntrica	Sistema de pistones Hidraulicos	Mecanismo de barras articuladas	
Soporte	Sostener y asegurar pies	El convencional mas correas con hebilla	El convencional mas correas de Velcro	Soporte con calapiés tipo bicicleta	Botas o botines tipo "Esquíes"	...	
Mecanismo	Acoplar, Desacoplar mecanismo o sistema	Sistema de Broches tipo palanca	"Snaps Fits"	Correas de Velcro	Tornillos y Tuercas	"Chapolas"	Insercion concentrica y pines o prisioneros
Cubierta	Proteger de la Intemperie	Tipo Coche de bebe	Tipo Paraguas	Tipo capota de Convertible	

Tabla 44: Matriz Morfológica con Portadores de Función (Elaboración Propia).

6.7.2 Matriz Morfológica, Combinación de Portadores Físicos:

Componente	Función	Alt sln 1	Alt sln 2	Alt sln 3	Alt sln 4	Alt sln 5
Mecanismo	Conectar y/o Transmitir Movimiento	Sistema de biela manivela	Sistema de Cardan	Transmisión con cadena y excéntrica	Sistema de pistones hidráulicos	Mecanismo de barras articuladas
Soporte	Sostener y asegurar pies	El convencional mas correas con hebillas	El convencional mas correas de Velcro	Soporte con calapies tipo bicicleta	Botas o botines tipo "Esquies"	...
Mecanismo	Acoplar, Desacoplar mecanismo o sistema	Sistema de Broches tipo palanca	"Snaps Fits"	Correas de Velcro	Tornillos y Tuercas	"Chapatas" inserción concentrada y pines o prisioneros
Cubierta	Proteger de la Intemperie	Tipo Cuche de bebes	Tipo Paraguas	Tipo capote convertible

Tabla 45: Matriz Morfológica Combinación de Portadores para Generar Alternativas de solución. (Elaboración Propia).

La imagen 18 recoge una serie de ilustraciones de como podrian ser los portadores a incorporar en las soluciones, este mosaico inspira la conformación de las partes a solucionar, integrar o da una idea del principio de sulcion en la configuración de dicha solución.

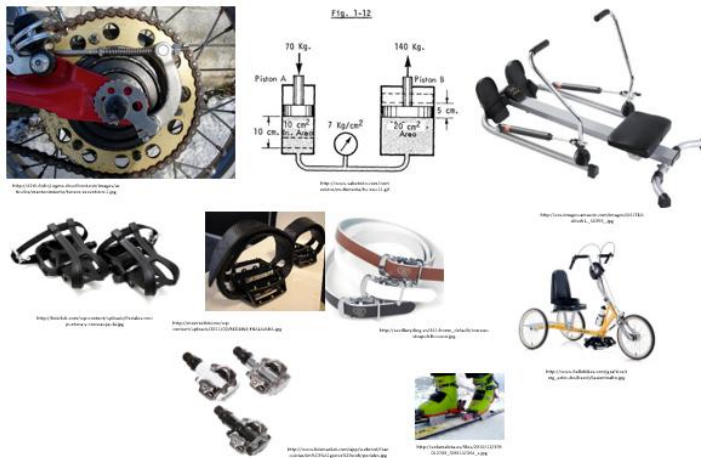


Ilustración 16: Mosaico de imágenes o ilustraciones de posibles portadores o principios a emplear en la configuración de alternativas de solución. (Elaboración Propia con imágenes tomadas de Google, 2014)

6.7.3 Bocetación de las Alternativas de solución.



Alternativa 1: Acople a la silla de un mecanismo de accionamiento Hidráulico: Un pistón accionado por un sistema de biela manivela acoplado al eje de una de las ruedas traseras bombea en las dos direcciones un fluido hidráulico a un par de pistones que realizan el movimiento alternado.

Ilustración 17 : Boceto alternativa 1. (Elaboración Propia.)

Alternativa 2: Acople a la silla de un mecanismo tipo piñón, acoplado al eje de una de las ruedas traseras transmite el movimiento a otro piñón intermedio que a su vez a través de un sistema biela manivela y collarín, lo convierte en un movimiento oscilantes de los apoya pies.



Ilustración 18: Boceto alternativa 2. (Elaboración Propia)



Alternativa 3: Acople a la silla de un mecanismo tipo rueda de fricción, acoplado tangencialmente a las ruedas traseras, transmite el movimiento a otro piñón intermedio que a su vez a través de un sistema biela manivela y collarín, lo convierte en un movimiento oscilantes de los apoya pies.

Ilustración 19: Boceto alternativa 3, (Elaboración propia.)

Alternativa 4: Acople a la silla de un mecanismo de accionamiento Hidráulico: Una mini bomba de accionamiento positivo, acoplada al eje de una de las ruedas traseras transmite el fluido hidráulico a un circuito cerrado que alterna el movimiento oscilatorio de dos cilindros hidráulicos acoplados a los apoya pies para producir el movimiento alternado.



Ilustración 20: Boceto alternativa 4, (Elaboración propia.)



Alternativa 5: Mecanismo tipo piñón, acoplado al eje de una de las ruedas traseras transmite el movimiento a un juego de piñones intermedio que a su vez a través de un sistema piñón cremallera, lo convierte en un movimiento oscilantes de los apoya pies.

Ilustración 21: Boceto alternativa 5, Elaboración propia.

Alternativa 6: Mecanismo tipo biela manivela, acoplado al eje de una de las ruedas traseras transmite el movimiento a un sistema de collarín y un brazo articulado que lo convierte en un movimiento oscilantes de los apoya pies.



Ilustración 22: Boceto alternativa 6, (Elaboración propia.)



Alternativa 7: Mecanismo tipo biela manivela acoplado a una rueda de fricción de una de las ruedas traseras trasmite el movimiento a un sistema de poleas y un brazo articulado que lo convierte en un movimiento oscilante de los apoya pies. Posee correas de velcro y un techo plegable tipo auto convertible.

Ilustración 23: Boceto alternativa 7, (Elaboración propia.)

Alternativa 8: Acople a la silla de un mecanismo de accionamiento hidráulico; un pistón accionado por un sistema biela manivela acoplado a eje de una rueda trasera bombea en las dos direcciones un fluido hidráulico a un par de pistones que realizan el movimiento alternado. Posee sujeta pies tipo punteras y techo tipo auto convertible.



Ilustración 24: Boceto alternativa 8, Elaboración propia.



Alternativa 9: mecanismo tipo biela manivela acoplado a una rueda de fricción de una de las ruedas traseras, trasmite el movimiento a un sistema de poleas y un brazo articulado que lo convierte en un movimiento oscilante de los apoya pies, tiene a demás, correas de velcro y un techo tipo carriola de bebe

Ilustración 25: Boceto alternativa 9, Elaboración propia.

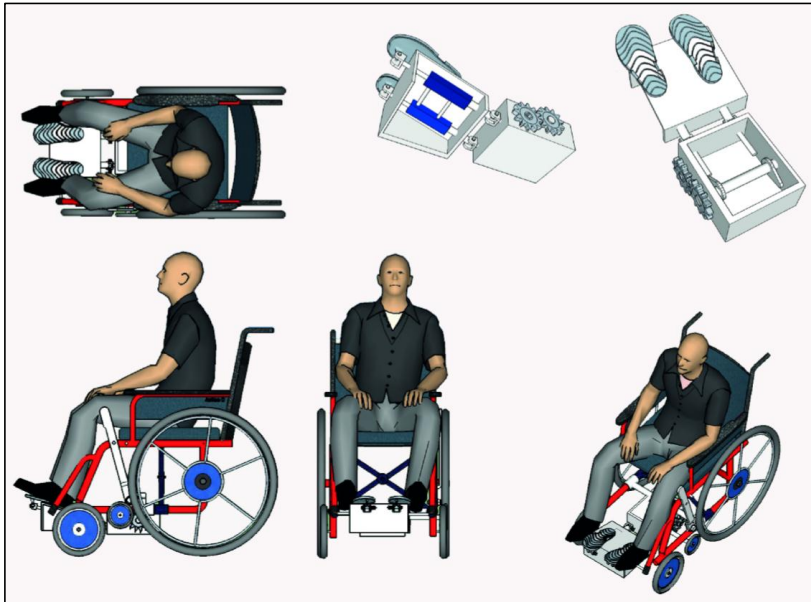


Ilustración 26: Evolución y complemento de alternativa 1. (Elaboración propia.)

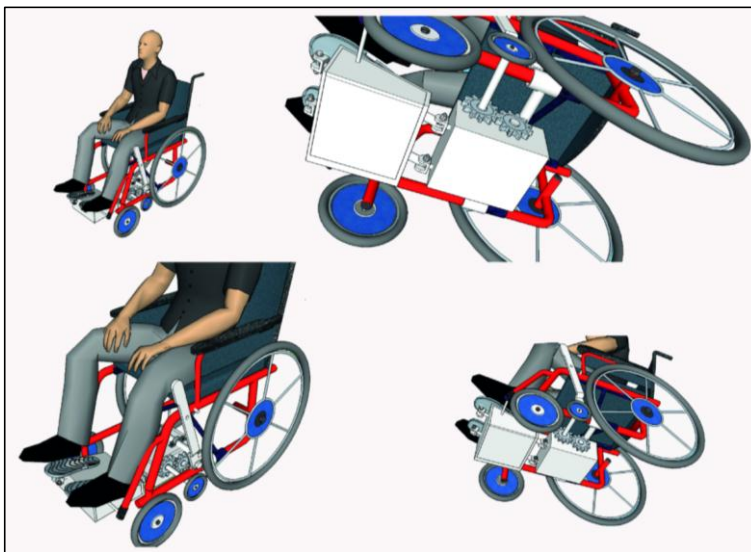


Ilustración 27: Evolución y complemento de alternativa 2. (Elaboración propia.)



Ilustración 28: Evolución y complemento de alternativa 9. (Elaboración propia.)



Ilustración 29: Evolución y complemento de alternativa 8. (Elaboración propia.)

6.8 Paso 8: Verificación de Los Resultados

Para la verificación de los resultados se hace una evaluación técnico económica de las alternativas desarrolladas. Está requiere el establecimiento de los criterios de evaluación los cuales son acordes con las principales especificaciones planteadas para el rediseño. La Tabla 44 muestra una recopilación de dichos criterios.

6.8.1 Criterios de evaluación

Orden de "Importancia"	Nuevos Atributos, Características, "Necesidades"	Peso Relativo
1	Cómodamente Ergonómico	12.47%
2	De Fácil manejo por el usuario y/o acompañante.	11.44%
3	Fácil transporte en no uso	8.93%
4	Fácil Mantenimiento, Reparable	5.91%
5	Liviana	5.33%
6	Fácil instalación y des-instalación	4.01%
7	Fácil activación de la doble función	3.87%
8	Durable	3.55%
9	Que asegure los pies.	3.46%
10	Ajustable en tamaño	3.16%
11	Resistencia Mecánica	3.09%
12	Resistente a la Intemperie	3.09%
13	Bajo Costo	3.06%
14	Accesibilidad	3.04%
15	Graduable en rango de movimiento	2.59%

Tabla 46: Criterios de evaluación de acuerdo con las nuevas características y con su peso relativo. (Elaboración Propia.)

Con base en esta lista y unos criterios más generales, (Usabilidad, Novedad, Autonomía, costos, Mantenibilidad, Manufacturabilidad, etc.), criterios en los cuales se basan clientes y usuarios para la toma de decisiones, se construye un árbol de criterios, Imagen 24, que permite jerarquizar y facilitar la evaluación, de aquí sale una nueva valoración de los criterios.

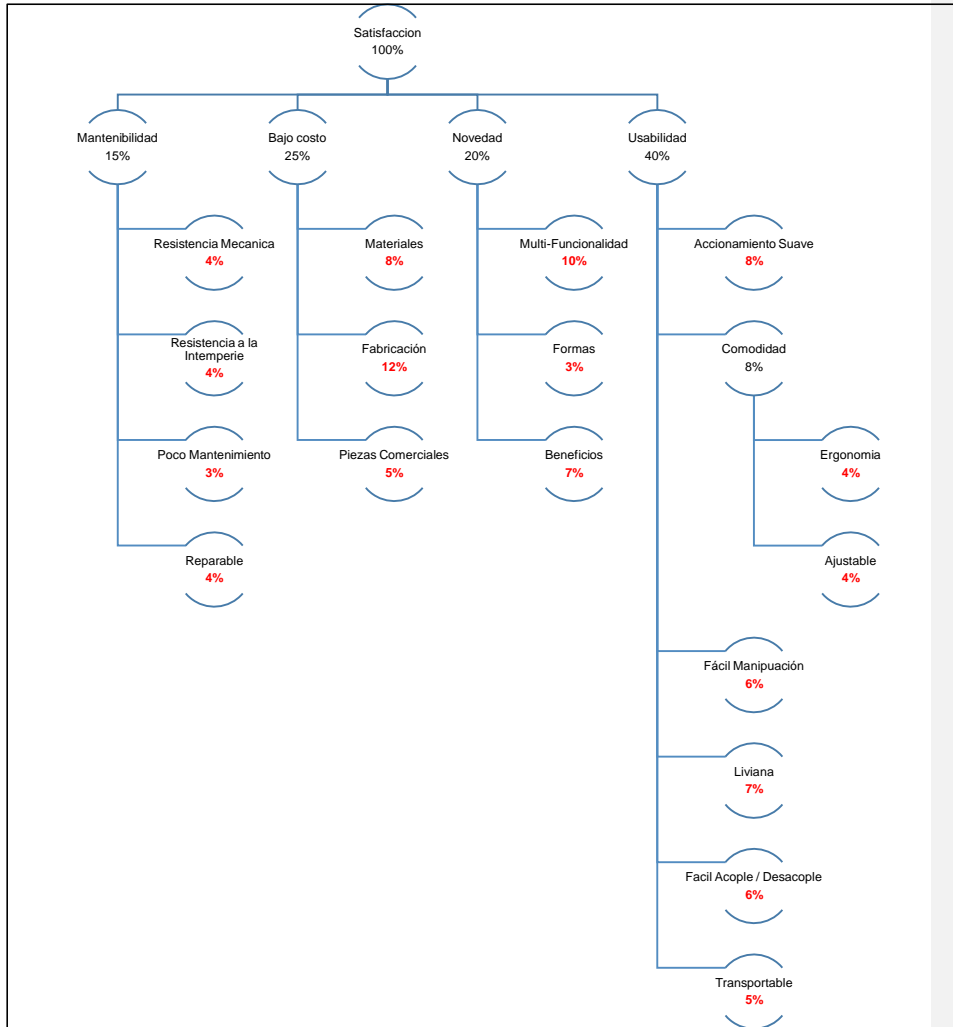


Ilustración 30: Árbol de Criterios de Evaluación. (Elaboración Propia.)

6.8.2 Matriz de Parámetros:

Con el fin de poder evaluar las alternativas generadas se construye una matriz de parámetros de modo que se puedan cuantificar los criterios de evaluación, esta se muestra en la Tabla 45:

Características	P/R	Parámetro	Valor Unidad /	0	1	2	3	4
Accionamiento suave	8%	Fuerza de Accionamiento	<50 Nw	>100 N	76<X<99	61<X<75	51<X<60	< 50 N
Liviana	7%	Peso	<150 Nw	> 300 N	221<X<300	181<X<220	151<X<180	<150 N
Facilidad de Manejo	6%	Fuerza de accionamiento	<25 Nw	> 51	41<X<50	31<X<40	26>X<30	<25 N
Ergonómica	4%	Percentiles / Posiciones de ajuste	Y / >5 / 15°	Y / 1 / 5°	Y / 2 / 7°	Y / 3 / 10°	Y / 4 / 12°	Y / >5 / 15°
Poco Mantenimiento	4%	Número de veces por año, preventivo/correctivo	0.5 / 1	> 4 / 4	3 / 4	2 / 3	1 / 2	< 0.5 / 1
Multifuncionalidad	10 %	Numero de Funciones Generales	> 2	< 2	-	2	3	> 4
Fácil activación de la doble función	6%	Numero de accionamientos	<3	> 6	-	-	4 < X < 6	< 3
Reparable	4%	Número de Piezas Criticas	< 6	> 10	-	-	6 < X < 10	< 6
Transportable	5%	Dimisiones / Numero de pliegues	< 80 x 70 x 25 Cm / 3<Pliegues <6	X, Y, Z > 90 x 80 x 30 Cm / Desensamble	X, Y, Z< 90 x 80 x 30 Cm / Desensamble	X, Y, Z< 90 x 80 x 30 Cm / 3<Pliegues<6	X, Y, Z< 80 x 70 x 25 Cm / Desensamble	X, Y, Z< 80 x 70 x 25 Cm / 3<Pliegues<6
Ajustable	3%	Posición, Grados de Libertad	> 5	1	2	3	4	> 5

Resistencia Mecánica	4%	Resistencia a cargas dinámicas	> 250 Kg	< 99	100<X <149	150<X <199	200<X <249	> 250
Resistente a la Intemperie	4%	Materiales o recubrimientos resistentes a los rayos UV y a la humedad	-	Si protección	-	-	Solo con recubrimiento	Con protección UV
Materiales	8%	Σ Costo promedio de los materiales empleados (redondeado a miles)	< \$ 150,000	> 301,000	251, < X < 300,	201, < X < 250,	151, < X < 200,	< 150,000
Fabricación	12%	Σ Costos de fabricación	< 20% P.Vta	> 36%	31% < 35%	26% < 30%	21% < 25%	< 20%
Piezas Comerciales	5%	Número de piezas	10%<NP<25%	NP<10%	10<NP<14	15<NP<19	20<NP<24	< 25%
Formas	3%	Percepción Formal constructiva	-	“Ordinaria”	“Clásica”	“Moderna”	“Contemporánea”	“Tecnológica”
Beneficios	7%	Evidencia de los efectos	-	Sensación de malestar	-	Indiferente	-	Sensación de bienestar

Tabla 47: Matriz de Parámetros y Calificaciones. (Elaboración Propia)

6.8.3 Matriz de Evaluación Técnico Económica:

En la Tabla 46 se muestra una matriz de compilación de la información que se interpreta como la de evaluación, aquí, de acuerdo con los valores de cada criterio por alternativa y con base en la matriz de parámetros, Tabla 45, se califican y ponderan las alternativas, luego por cálculo se determina la de mejor puntaje como la más oponible a ser llevada a otro nivel de desarrollo, su construcción, (esto último no es del alcance de este proyecto). Para completar el caso se han

seleccionado solo 4 de las alternativas bosquejadas con la intención de ilustrar la evaluación, el criterio de selección tiene mucho que ver con la afinidad del autor por ciertas propuestas, tanto en lo técnico como en lo formal.

Características	P/R	Alternativa 1 (8)			Alternativa 2 (9)			Alternativa 3 (1)			Alternativa 4 (7)		
		Vlr Parám	Calific	Vlr Pond	Vlr Parám	Calific	Vlr Pond	Vlr Parám	Calific	Vlr Pond	Vlr Parám	Calific	Vlr Pond
Accionamiento suave	8%	40 N	4	3.2	42 N	4	3.2	51 N	3	2.4	55 N	3	2.4
Liviana	7%	140 N	4	2.8	145 N	4	2.8	155 N	3	2.1	160 N	3	2.1
Facilidad de Manejo	6%	20 N	4	2.4	22 N	4	2.4	26 N	3	1.8	31 N	2	1.2
Ergonómica	4%	$\bar{Y} / 4 / 12^\circ$	3	1.2	$\bar{Y} / 4 / 12^\circ$	3	1.2	$\bar{Y} / 3 / 10^\circ$	2	0.8	$\bar{Y} / 3 / 10^\circ$	2	0.8
Poco Mantenimiento	4%	2 / 3	2	0.8	3 / 4	1	0.4	3 / 4	1	0.4	3 / 4	1	0.4
Multifuncionalidad	10%	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Fácil activación de la doble función	6%	$4 < X < 6$	3	1.8	$4 < X < 6$	3	1.8	< 3	4	2.4	< 3	4	2.4
Reparable	4%	$6 < X < 10$	3	1.2	$6 < X < 10$	3	1.2	> 10	0	0	> 10	0	0
Transportable	5%	X, Y, Z < 90 x 80 x 30 Cm / 3 < Pliegues < 6	2	1	X, Y, Z < 90 x 80 x 30 Cm / 3 < Pliegues < 6	2	1	X, Y, Z < 80 x 70 x 25 Cm / Desensamble	3	1.5	X, Y, Z < 80 x 70 x 25 Cm / 3 < Pliegues < 6	3	1.5
Ajustable	3%	3	2	0.6	3	2	0.6	2	1	0.3	2	1	0.3
Resistencia Mecánica	4%	$200 < X < 249$	3	1.2	> 250	4	1.6	$150 < X < 199$	2	0.8	$200 < X < 249$	3	1.2

Resistente a la Intemperie	4%	Con protección UV	4	1.6	Con protección UV	4	1.6	Si protección	0	0	Si protección	0	0
Materiales	8%	201,< X < 250,	2	1.6	251, < X < 300,	1	0.8	< 150,000	4	3.2	201,< X < 250,	2	1.6
Fabricación	12 %	21% < 25%	3	2.4	21% < 25%	3	2.4	< 20%	4	4.8	21% < 25%	3	2.4
Piezas Comerciales	5%	15<N P<19	3	1.5	20<NP <24	4	2	10<NP <14	2	1	NP<1 0%	1	0.5
Formas	3%	Tecnológica	4	1.2	Tecnológica	4	1.2	"Contemporánea	3	0.9	Moderna	2	0.6
Beneficios	7%	Sensación de bienestar	4	2.8	Indiferente	3	2.1	Indiferente	2	1.4	Sensación de bienestar	4	2.8
TOTALES:				29,3			26,5			11,3			7,9

Tabla 48: Matriz de Evaluación Técnico Económica. Elaboración Propia.



Figura 33, Alternativa mejor evaluada y con mayores probabilidades de éxito, (Elaboración Propia)

7 CONCLUSIONES

- El plantear especificaciones novedosas reta a los diseñadores y motiva el desarrollo de productos novedosos.
- La consideración de las especificaciones planteadas por muy diferentes actores, como una mirada desde su propio punto de vista, no como usuarios, y el cómo afecta los deseos presentados por los usuarios, permite desarrollar especificaciones que de otra manera no se hubieran planteado.
- Los procesos de calificación de la incidencia sobre lo que debería ser el producto o el cómo se fabricaría o manejaría determina las características más significativas a resolver.
- La combinación de valoraciones de los tipos de actores y de las especificaciones ajusta las características afectadas al verdadero valor de significancia para el producto.
- Desarrollar propuestas bi o multi-funcionales permite ofrecer productos realmente novedosos, su grado de innovación lo condiciona la atención a la solución de las “nuevas” especificaciones.
- El seguimiento de la metodología propuesta permite desarrollar un proyecto de producto orientado hacia la innovación de forma controlada y asertiva.
- La propuesta presentada, en conjunto, permite explorar posibilidades de configuración de productos que de otra forma o con la utilización de otras metodologías, difícilmente se podrían desarrollar.
- La propuesta metodológica **“Rediseñar Productos para la Innovación”** (Shana Smith, Gregory Smith, Ying-Ting Shen) es una buena propuesta y muy valioso referente para el desarrollo de este proyecto.
- El uso en la propuesta de Shana de Números Difusos (Fuzzi) para la valoración de los componentes críticos así como el del método de Taguchi y de las Matrices Ortogonales para la identificación de conflictos hace compleja su aplicación en casos de baja y media complejidad de Re-diseño.

- La propuesta metodológica “**Análisis Multisectorial de los Requisitos para Diseñar Verdaderas Innovaciones**” (Cantamessa, F. Montagna and M. Maria.) es una buena propuesta y muy valioso referente y complemento para el desarrollo de este proyecto.
- La identificación de los Actores, su clasificación y su valoración, así como el procedimiento para establecer la afectación entre los requerimientos o necesidades expresadas por los Actores y la variación de configuración de ellas para conformar las “nuevas” necesidades en lo propuesto por Cantamesa, son pasos no claros y algo complejos para determinar las influencias entre deseos y requerimientos.
- El manejo que da Cantamesa a las “necesidades manifiestas” desde la óptica de la teoría de conjuntos y para vincular de los distintos actores, es muy compleja para su puesta en práctica.
- Ajustar metodológicamente la propuesta de Cantamesa a una metodología general para el Re-diseño es un complemento, ya que se concluye que plantear nuevas y diferentes especificaciones pueden motivar el desarrollo de nuevos y diferentes productos o nuevos procedimientos para resolverlas y obtener nuevas soluciones más allá de lo que se espera.
- Rediseñar e intervenir productos existentes exitosos acorta el camino para la presentación de productos novedosos, así como agiliza las posibilidades de que se conviertan en innovaciones, (productos con impacto social).

8 RECOMENDACIONES O FUTUROS TRABAJOS

Lo primero sería aplicar la propuesta en diferentes campos o sectores de productos para validarla y ajustarla en algunos de sus numerales.

Incluir en los procesos de Re-diseño el método de Diseño para el Ensamble, ya que por sí mismo implica ajustes a los productos que los hacen más eficientes desde su construcción.

Utilizar modelación y virtualización de las soluciones (prototipos virtuales) en la etapa de validación de las propuestas antes de pasar a la construcción física de ellas, esto agiliza la toma de decisiones en cuanto a geometrías y formas y permite validar con alta precisión el comportamiento funcional de lo presentado.

Configurar un cartilla, práctica aplicable y reproducible como guía para la aplicación de la propuesta que sirva a estudiantes de ingeniería para el desarrollo de sus proyectos de desarrollo de productos y en talleres de innovación.

9 REFERENCIAS

- [1] Eurostat and OCDE, "Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data," OECD/European Communities, 2005.
- [2] ONUDI, "Manual de Producción más Limpia, innovación y creatividad," United Nations Industrial Development Organization, Austria, 2013.
- [3] S. Smith, G. Smith and Y.-T. Shen, "Redesign for product innovation", *Design Studies*, vol. 33, no. 2, pp. 160-184, 2012.
- [4] M. Cantamessa, F. Montagna and M. Maria, "Multistakeholder Analysis Of Requirements To Design Real Innovations", in *International Conference On Engineering Design* , Seoul, Korea, 2013.
- [5] A. J, G. Michel, M. Francis and R. F, "Structural analysis with the MICMAC method \& Actor's strategy with MACTOR method," *Futures Research Methodology*, pp. 1-69, 1999.
- [6] S. Bendahan, G. Camponovo and Y. Pigneur, "Multi-issue actor analysis: tools and models for assessing technology environments," *Journal of Decision Systems*, vol. 3, no. 4, pp. 1-31, 2003.
- [7] G. Pahl, W. Beitz, J. Feldhusen and K.-H. Grote, *Engineering Design*, Springer, 2007.
- [8] A. H. Maslow, "A theory of human motivation.," *Psychological Review*, vol. 50, no. 4, pp. 370-396, 1943.
- [9] M. Kamenetzky, *Conciencia. La Jugadora Invisible*, EDITORIAL KIER, 2002.
- [10] K. Otto and K. Wood, *Product Design*, Prentice Hall, 2000.
- [11] M. J. Spendolini, *Benchmarking*, Bogota: Editorial Norma, 2005.
- [12] N. Cross, *Metodos de Diseño, Estrategias para el Diseño de Productos*, Editorial Limusa Wiley, 2001.
- [13] K. Ulritc y S. Eppinger, *Diseño y Desarrollo de Productos*, Mc. Graw Hill, 2000
- [14] G. Boothroyd, P. Dewhurst y W Knight, *Product Design for Manufacture and Assembly*, CRC Press, 2002

[15] C. Riba, Diseño Concurrente, UPC, 2002S. Pugh, Total Design – Integrated Methods for Successful Product Engineering, Addison-Wesley Publishing Company, Harlow, UK, 1991.

[16] VDI Richtlinie 2225: Technisch-wirtschaftlichesKonstruieren. Dusseldorf: VDI-Verlag 1977.

[17] (2011, 03). Diseño concurrente. *BuenasTareas.com*. Recuperado 03, 2011, de <http://www.buenastareas.com/ensayos/Dise%C3%B1o-Concurrente/1669217.htm>

[18]: Cerda Gutiérrez, Hugo Cómo elaborar proyectos: Diseño, ejecución y evaluación de proyectos sociales y educativos/ Hugo Cerda Gutiérrez. – 4. Ed. – Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio, 2003.

[19]: Neil J. Salkind “Métodos de Investigación”, Prentice Hall, México, 1998.

[20]: L. Valdés, Innovación el Arte de Inventar el Futuro, Ed. Norma, 2004, ISBN 978-958-45-4191-8

Video: (<https://www.youtube.com/watch?v=h3cTIR8UVc8>)

[21] J.C Jones, Design Methods, 2da Edision, Willey, Chichester, 1992

[22] http://www.innovaforum.com/tecnica/scampara_e.htm

<http://www.brainstorming.co.uk/tutorials/scampertutorial.html>

<http://creatingminds.org/tools/scamper.htm>

<http://www.mycoted.com/SCAMPERR>

<http://es.wikipedia.org/wiki/Scamper>

[23] D. Montgomery, Diseño y Análisis de Experimentos, LIMUSA WILEY, 2004, 2da Ed. México.

[24]<http://3.bp.blogspot.com/-pVzS0a-Acvo/U1VoD6psJQI/AAAAAAAAAQJ8/AzxjaUO2Wnc/s1600/carrito+bebe.jpg>

<http://img.bezzia.com/wp-content/uploads/2013/07/paraguas-manos-libres-1.jpg>

http://www.mercadolibre.com.ar/jm/img?s=MLA&f=114853049_3140.jpg&v=P&sl=751483

<http://i284.photobucket.com/albums/l18/Amaliagg/Maletapatinete.jpg?t=126141370>

2

<http://arodriguez.es/blog/wp-content/uploads/2013/12/s4zoom.jpg>