



Cuadernos de Investigación

ARTÍCULOS DE LOS PROYECTOS DE GRADO REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO QUE SE GRADUARON DESDE EL 2005-2 HASTA EL 2007-1

Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño
Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto
Universidad EAFIT

ISSN 1692-0694. Medellín. Marzo de 2008. Documento 60 - 032008

La Universidad EAFIT aspira a ser reconocida nacional e internacionalmente por sus logros académicos e investigativos.

Para ello desarrolla la capacidad intelectual de sus alumnos y profesores en todos los programas académicos, con la investigación como soporte básico.

-De la visión institucional-

Edición

Dirección de Investigación y Docencia
Universidad EAFIT
Medellín, Colombia

Director

Félix Londoño González

Los contenidos de este documento son responsabilidad de los autores.

Se autoriza la reproducción total o parcial de este material para fines educativos siempre y cuando se cite la fuente.

Serie Cuadernos de Investigación

Carrera 49 7 sur 50

Teléfono (574) 261 95 40

www.eafit.edu.co/investigacion

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	1
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA INTERACTIVA QUE ILUSTRE LA FORMACIÓN DE LAS DUNAS EN EL DESIERTO PARA EL PARQUE INTERACTIVO EXPLORA	5
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA JERINGA DE INFUSIÓN PARA NEONATOLOGÍA	12
DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA MÁQUINA (<i>PLOTTER</i>) CNC DE CORTE PARA LA FABRICACIÓN DE MUESTRAS PARA EMPAQUES DE CARTÓN, ENFOCADA A LA CREACIÓN DE EMPRESA PARA LOS SECTORES DE EMPAQUES, CUERO Y TEXTIL	18
INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO TRABAJANDO POR LA ADAPTACIÓN DE LAS PERSONAS DISCAPACITADAS	30
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE UN DESFIBRILADOR AUTOMÁTICO EXTERNO (DAE) ORIENTADO A DESFIBRILACIÓN DE ACCESO PÚBLICO EN EL CONTEXTO COLOMBIANO	36
DISEÑO DE UN PUESTO DE PAGO MODULAR Y PARAMÉTRICO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA METODOLOGÍA PARA LA CREACIÓN DE LIBRERÍAS PERSONALIZADAS EN UNA PLATAFORMA CAD APLICADO A LA EMPRESA DE METÁLICOS S.A.	41
“DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ELEVADOR INDUSTRIAL DE CARGA PARA LA EMPRESA CODIMEC”	49
DISEÑO Y DESARROLLO DE DOS PRODUCTOS CON TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS EN COMUNIDADES DEL CHOCÓ DONDE NO EXISTE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA	58
MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS DE MANGOS DE LA LÍNEA DE METÁLICOS DE IMUSA	64
DISEÑO DE UN PRODUCTO PARA MOBILIARIO URBANO A PARTIR DEL ESTUDIO DE MATERIAL PLÁSTICO RECUPERADO DE LA EMPRESA PELLET'S LTDA.	85
DESARROLLO DE UN CALENTADOR DE PASO DE AGUA PARA AMPLIAR EL PORTAFOLIO DE PRODUCTOS MANUFACTURADOS POR INDUSTRIAS HACEB S.A. PROYECTO “PROMETEUS”, DESARROLLO DE UN CALENTADOR DE PASO DE AGUA	91

ESTUDIO DE LA BIÓNICA COMO METODOLOGÍA APLICABLE EN INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO Y SU FORMALIZACIÓN A TRAVÉS DE UNA PROPUESTA DE INVESTIGACIÓN DEL SEMILLERO HECAS-ID DE LA UNIVERSIDAD EAFIT	96
REDISEÑO Y DESARROLLO DE UN KIT DE SEPARADORES QUIRÚRGICOS ADECUADOS PARA EL NUEVO PROCEDIMIENTO DE EXTRACCIÓN QUIRÚRGICA DE VESÍCULA BILIAR CREADO POR EL DOCTOR GUSTAVO ADOLFO GARCÍA FERNÁNDEZ	102
DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA MÁQUINA INTERACTIVA QUE SIMULE LA FORMACIÓN DEL TORNADO COMO FENÓMENO METEOROLÓGICO PARA EL <i>MUSEO PARQUE INTERACTIVO EXPLORA</i>	111
ANÁLISIS DE CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTOS METÁLICOS EN EMPRESAS REPRESENTATIVAS DEL MEDIO	118
ORINAL FEMENINO, UNA PROPUESTA DE DISEÑO	132
DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO DIGITAL MULTIFUNCIONAL QUE PERMITA ENCONTRAR OBJETOS DENTRO DEL HOGAR U OFICINA	137
DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE GUASCA DE PLÁTANO DEL URABÁ ANTIOQUEÑO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE INNOVACIÓN PARA EL SECTOR MOBILIARIO DOMÉSTICO	150
DESARROLLO DE UN SEMI-REMOLQUE PARA UNA MOTOCICLETA QUE MEJORE EL TRANSPORTE DE PERIÓDICOS DE LA EMPRESA EL COLOMBIANO	161
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN AGITADOR DE EXTRACCIÓN DE SANGRE	173
INVESTIGACIÓN Y APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE DESPLAZAMIENTO POR SUSTENTACIÓN CON COLCHÓN DE AIRE (HOVERCRAFT)	178
MASS CUSTOMIZATION IN COLOMBIA CONSUMERS' PERCEPTIONS AND DESIGN SPECIFICATIONS FOR TOOLKITS CONSTRUCTION	186
DISEÑO Y DESARROLLO DE UN VEHÍCULO TIPO FURGÓN PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS A NIVEL URBANO DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES	196
S.I.M.O (SISTEMA MODULAR PARA EL TRANSPORTE DE MINI-CARROZAS)	201
CREACIÓN DE UNA EMPRESA PARA EL DISEÑO, DESARROLLO Y COMERCIALIZACIÓN DE MÓDULOS PARA PARQUES INFANTILES CON CONCEPTO EXTREMO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN	206
DESARROLLO DE DOS NUEVOS PRODUCTOS PARA LA LÍNEA HOGAR DE PLÁSTICOS TRUHER S.A.	211

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN MODELO FUNCIONAL QUE EXPLIQUE EL FENÓMENO NATURAL DE LAS PLACAS TECTÓNICAS, ENMARCADO EN LA DERIVA DE CONTINENTES, POR MEDIO DE LA LÚDICA Y LA INTERACTIVIDAD PARA LA SALA DE COLOMBIA GEODIVERSA DEL PARQUE INTERACTIVO EXPLORA EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN	221
FERROFLUIDOS, NANOTECNOLOGÍA AL ALCANCE DE TODOS APUNTES DE LA NUEVA MUSEOGRAFÍA APLICADA AL DISEÑO DE EXPERIENCIAS INTERACTIVAS PARA EL PARQUE EXPLORA	227
DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENRAQUE DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA LA EMPRESA EMMA Y CIA S.A. I.M. MARCO AURELIO GARCÍA	238
REALIZACIÓN DE PROYECTO DE EMPRESA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CUBIERTAS PROTECTORAS PARA MOTOCICLETAS (YAMAHA BWS)	246
DISEÑO DE UN PRODUCTO QUE SIRVA PARA ABSORBER RESIDUOS GASEOSOS, UTILIZANDO CARBÓN ACTIVADO	257
DESARROLLO DE UNA MÁQUINA INTERACTIVA QUE EXPLIQUE DE FORMA LÚDICA EL FENOMENO DE LA FORMACIÓN DE MONTAÑAS PARA LA SALA COLOMBIA GEODIVERSA DEL PARQUE EXPLORA	264
“ANÁLISIS DE CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTOS PLÁSTICOS EN EMPRESAS REPRESENTATIVAS DEL MEDIO”	267

RESUMEN

Uno de los principales desafíos que tienen actualmente las empresas colombianas es desarrollar nuevos productos, con valor agregado, para competir con aquellos que llegan de otros países y para aumentar sus líneas de exportación. De acuerdo con la experiencia de muchas empresas hay dos maneras de desarrollar productos exitosos: uno es diseñar proyectos a partir de las necesidades de los consumidores y hacer el trabajo necesario para lograr un producto con aceptación en el mercado. La otra manera es seleccionar proyectos con posibilidades de éxito y hacer una buena selección dentro de un portafolio amplio de ideas.

En este libro se presenta una metodología que parte de la identificación de las necesidades de los consumidores para lograr la conceptualización del producto deseado y, a partir de la identificación de sus características, desarrollar ideas por medio de técnicas creativas. Estas ideas se convierten en productos seleccionando la ruta química necesaria, así como la tecnología, teniendo en cuenta mantener una permanente evaluación del mercado y del negocio a medida que se cumplen las diferentes etapas de desarrollo.

Se presentan tres ejemplos de la aplicación de esta metodología, a saber, un repelente para insectos voladores, un producto cosmético para el área de los ojos y un bronceador, todos ellos con base en ingredientes naturales.

PALABRAS CLAVES: Producto, ingeniería de procesos, desarrollo de productos, ingeniería de producto, productos químicos

ABSTRACT

One of the main challenges that Colombian companies have at this moment is the development of new products, with added value, to compete in the national and international markets with those from different countries. From the experience of many companies there are two ways to develop successful products: one is to design projects starting from the needs or desires of the consumers and to make the necessary work to obtain a product with acceptance in the market. The other way is to select projects with success possibilities and making a good selection within a wide portfolio of ideas.

In this book a methodology that begins from the identification of the necessities of the consumers to obtain the conceptualization of the wished product and, from the identification of its characteristics, to develop ideas by means of creative techniques. These ideas become products by selecting necessary chemical route, as well as the technology, keeping in mind to maintain a permanent evaluation of the market and the business as the different stages of development are fulfilled.

Three examples of the application of this methodology are included, that is to say, a repellent for flying insects, a cosmetic product for the area of the eyes and a suntan oil, all of them based on natural ingredients.

KEY WORDS: Products, chemical products, product development, process engineering, product engineering

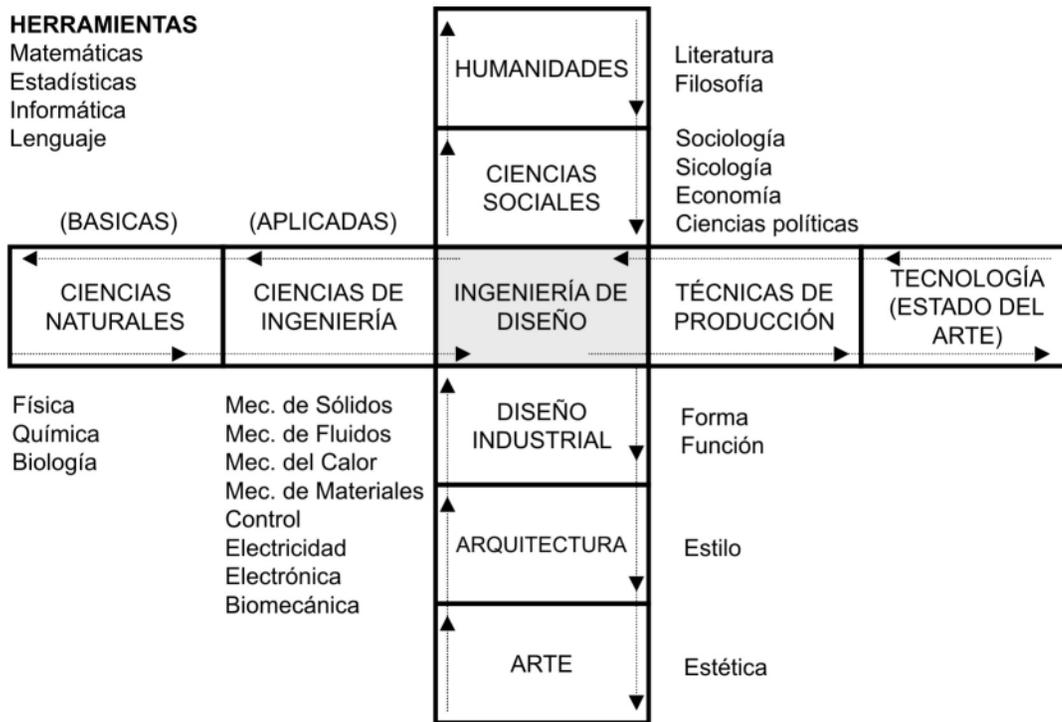
INTRODUCCIÓN

LA INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO

La Ingeniería de Diseño de Producto (IDP) es el término empleado para definir la profesión de aquellas personas que diseñan y desarrollan productos desde el punto de vista del usuario final y la producción industrial. Fuera del rendimiento técnico y económico de los productos, éstos deben ser innovadores, fáciles de entender, de operar y capaces de generar una atracción visual y estética para competir en el mercado exitosamente. En la Ingeniería de Diseño de Producto se relacionan los elementos estéticos, visuales, funcionales y de ingeniería de un producto así como los requerimientos de los procesos de manufactura, los materiales, los costos y las necesidades del usuario y el mercado.

En la siguiente figura, extractada de Hundal [1], se ubica la Ingeniería de Diseño dentro del mundo cultural y tecnológico:

A partir de la siguiente figura y desglosando los diferentes aspectos que el nombre de la carrera implica se presentarán a continuación los pilares que soportan el programa de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT.



INGENIERÍA

Sin entrar a polemizar en la definición formal de ingeniería se adoptará la propuesta por la Royal Academy of Engineering y el Engineering Council Working Group del Reino Unido, bajo la dirección de Sir Robert Malpas CBE FREng[2]:

“Engineering is the knowledge required, and the process applied, to conceive, design, make, build, operate, sustain, recycle or retire, something with significant technical content for a specified purpose: a concept, a model, a product, a device, a process, a system, a service, a technology.

The “*knowledge required*” is the growing body of facts, experience and skills in science, engineering, and technology disciplines; coupled to an understanding of the fields of application.

Engineering Knowledge is the “*know-what*”.

The “*process applied*” is the creative process which applies knowledge and experience to seek one or more technical solutions to meet a requirement, solve a problem, then exercise informed judgement to implement the one that best meets constraints.

Engineering Knowledge is the “*know-what*”.

La ingeniería “ve” las máquinas, artefactos y productos como sistemas que transforman energía, materia, e información, cuyo desempeño funcional puede ser descrito por principios que encuentran su fundamentación en la física, la química, la electricidad, etc. Desde esta órbita el problema general de diseño, se ve como el definir la función, los principios, los portadores con la geometría y materiales que den al sistema forma y cuerpo tal que el desempeño requerido y prescrito para su uso, pueda ser garantizado con el objeto resultante.

Es así como la ingeniería aplicada a los artefactos, considerando la teoría de flujos, se encarga de:

- Garantizar la transformación de los flujos dada por la función principal (garantizar la función)
- Garantizar la resistencia del cuerpo del artefacto al flujo
- Garantizar la materialización del cuerpo del artefacto, esto es, que el artefacto pueda ser construido.

El *Know – What* del ingeniero comprenderá entonces, como el texto anteriormente citado lo define, todo ese cuerpo de conocimientos (Ciencias básicas, ciencias aplicadas y tecnologías) que soportan la garantía de lo funcional en los tres aspectos mencionados. Esto último en virtud de que,

para poder “garantizar” lo funcional, la ingeniería se basa en el supuesto de que es capaz de modelar y predecir el comportamiento de los sistemas que dice ser capaz de concebir.

Esta labor de modelación y predicción puede realizarse siguiendo cualquiera de las siguientes rutas:

- Física o Material (trabajo con modelos y prototipos – mecánica experimental)
- Analítica (modelos matemáticos)
- Gráfica (modelos computarizados CAD/CAE/CAM, bocetos, expresión gráfica, etc.)

En la formación tradicional en ingeniería la ruta analítica tiene un papel protagónico sobre las otras dos formas de modelación. En las materias pertenecientes al área de las llamadas “Ciencias de Ingeniería”, conceptos físicos y comportamientos esperados son presentados a través de modelos matemáticos y ecuaciones, dejando de lado en muchas oportunidades el sistema real y su comportamiento real. Prueba de esto es el reducido número de proyectos de construcción a los que el ingeniero se enfrenta durante su formación versus el elevado número de materias de Ciencias de Ingeniería que los programas ofrecen.

El programa de Ingeniería de Diseño de Producto, a diferencia de los programas tradicionales de ingeniería, considerando las tendencias actuales y los avances en la tecnología adopta como pilares centrales en la construcción del *Know – What* del Ingeniero las rutas gráfica y física, relegando a un segundo plano la ruta analítica. Esto implica que los conceptos y conocimientos en las Ciencias de Ingeniería se imparten utilizando como herramientas de trabajo las tecnologías CAD/CAE/CAM.

Es importante destacar que estas rutas no exigen o demandan un conocimiento profundo en los métodos analíticos para la resolución de problemas de ingeniería. Sin embargo, es vital que el Ingeniero de Diseño de Producto domine los conceptos básicos y los principios físicos que se aplican en las simulaciones. Si bien es cierto que los programas de CAD – CAE - CAM presentan “soluciones” (datos, gráficas y animaciones) a un problema, estas no tienen ningún valor

per se, sólo la interpretación y el análisis ingenieril permite determinar la validez y aplicabilidad de las respuestas encontradas. Por esto, los cursos que tienen como base de trabajo un software CAD/CAE/CAM fundan su trabajo en la comprensión y análisis de la situación física que se simula y utilizan la herramienta computacional para remplazar la labor analítica derivada.

En cuanto al *Know – How* de la Ingeniería, el programa de Ingeniería de Diseño de Producto tiene como pilar fundamental lo que ha sido denominado por la “Ciencia del Diseño” como Diseño Sistemático o Diseño Metódico, el cual parte de la premisa de que la posibilidad de encontrar soluciones a un problema de ingeniería no puede dejarse única y exclusivamente a la intuición o a la experiencia, es decir a mecanismos de azar.

Por ésto, el Diseño Metódico (o Sistemático) propone un proceso que puede verse como una secuencia de actividades que garantizan resultados: especificaciones, estructura funcional, solución principal, concepto, dibujos preliminares, dibujos definitivos, documentación. Son actividades que suelen ser agrupadas en cuatro fases [3]:

- Identificación de la tarea
- Diseño conceptual
- Formalización
- Diseño detallado

Dentro de las cuales se llevan a cabo las labores propias de la solución de problemas en Ingeniería [3]:

- Análisis del problema
- Definición del problema
- Síntesis del sistema
- Análisis del sistema
- Evaluación
- Decisión

El Diseño Metódico deja claro que, para la solución del problema que representa el desarrollo de un producto o de cualquier obra de la Ingeniería, no es suficiente el dominio de aquellas reglas que permiten la cuantificación de los sucesos

físicos de un sistema técnico ya existente, dado que las actividades de cálculo y verificación pertenecen a las etapas finales del proceso (Formalización y Diseño de Detalle).

DISEÑO

El diseño es la actividad principal de la Ingeniería por excelencia y el dominio de su proceso se constituye en el Know – How de todo aquel que aspire a ser llamado INGENIERO. En el aparte anterior se discutió el tema desde la perspectiva de la ingeniería y para no redundar no se tratará acá desde esa misma órbita.

Se presenta el diseño entonces desde la perspectiva que tradicionalmente ha sido adoptada por el Diseño Industrial y que, sobre la figura de Hundal, representa la integración de las tendencias artísticas y de la arquitectura en la concepción de la forma del artefacto en proceso de diseño.

El concepto del objeto de conocimiento o PRODUCTO puede ser variado de la descripción sistémica funcional citada como el Know – How de la ingeniería, a una sistémica comunicacional. Lográndose entonces, percibir los problemas de diseño, bajo el modelo comunicativo de emisor, mensaje y receptor [4].

En esta otra posible descripción, los objetos son portadores de mensajes que comunican las relaciones de uso y manejo, declarando además, transformaciones generales de materia, energía e información, por medio de morfemas, colores, acabados, y materiales (mensajes), lo cual al contrario de la visión de la ingeniería permite determinar el exterior del objeto [4].

O... variando a otro campo de conocimiento, por ejemplo: el biológico. Son ya tomados los conceptos propios de esta ciencia, y sus métodos le son trasladados a los objetos de diseño; los productos entonces son vistos ya no desde su interior u su exterior, si no en un horizonte de tiempo que mira las relaciones de este con personas y ambientes determinando sus cambios estructurales, pudiendo ser percibidos y modelados por familias con clase, orden, género o especie, como “animales” que evolucionan... [4].

El esbozo anterior se hace imprescindible y da noticia del conocimiento, de los procesos de diseño exigidos, del dominio de áreas o disciplinas, así como del manejo de los conceptos, métodos, formas de pensar y conocer, el dominio mismo del proceso [4].

PRODUCTO

La noción del artefacto técnico como producto es una noción derivada de la disciplina del Mercadeo y al respecto la filosofía de la tecnología ha respondido con la relación existente entre el Artefacto técnico, el Objeto Físico y el Artefacto Social [5].

En el curso del proceso de diseño la función ha sido traducida en una forma constructiva a producir expresada en la forma de planos, modelos, etc. Los Artefactos técnicos han pasado a ser conceptualmente considerados como sistemas técnicos para luego ser traducidos a productos producibles por un cierto sistema de producción y a productos mercadeables por un cierto sistema de comercio.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Hundal, M. “Systematic Mechanical Design: A Cost and Management Perspective” ASME Press, New York, 1997, 559 p.
- [2] Royal Academy of Engineering & Engineering Council Working Group “The Universe of Engineering: A UK Perspective” publicado por The Royal Academy of Engineering, Junio de 2002.
- [3] VDI Guideline 2221 “Systematic Approach to the Design of Technical Systems and Products”.
- [4] Rodríguez Alberto, “Libro Azul – Ingeniería de Diseño de Producto”
- [5] KROES, Peter. *The Dual Nature of Technical Artifacts*. Holanda: mayo 18 del 2001. http://www.dualnature.tudelft.nl/main_manifesto.htm

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UNA MÁQUINA INTERACTIVA QUE ILUSTRE LA FORMACIÓN DE LAS DUNAS EN EL DESIERTO PARA EL PARQUE INTERACTIVO EXPLORA

AUTORAS:

ELISA GÓMEZ MARIN
egomez2@eafit.edu.co

ALEJANDRA AMAYA S.
bamayas2@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

ASESOR
SERGIO ARISTIZÁBAL

RESUMEN

Este proyecto surgió con el objetivo de desarrollar una máquina interactiva que ilustre de manera lúdica el fenómeno de la formación de las dunas para la sala Colombia geodiversa del Parque EXPLORA.

Para el desarrollo de este proyecto se realizaron cuatro pasos principales.

Primero se realizó una investigación previa por medio de métodos como entrevistas, encuestas y consultas en libros e Internet. Segundo se realizó el desarrollo del concepto por medio de la elaboración del brief y el pds, seguido de el diseño conceptual generando alternativas de diseño y por último la matriz de evaluación para seleccionar la mejor alternativa.

Tercero se realizó el diseño de detalle perfeccionando la alternativa seleccionada y realizando la clasificación de materiales para la construcción de la experiencia.

Por último se realizaron las pruebas de usuario y las pruebas técnicas para verificar el funcionamiento y la aceptación de los usuarios.

El resultado final es Dunar, una máquina que ilustra la formación de las dunas a partir de la interacción de elementos naturales como la corriente costera, el oleaje y el viento, creando así diferentes tipos de dunas como son: duna lateral, duna longitudinal y duna transversal.

PALABRAS CLAVES

Duna, duna lateral, duna longitudinal, duna transversal, Pds, Brief.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han creado numerosos centros de ciencia y tecnología, los cuales se empiezan a considerar como entes vivos que vinculan la investigación científica a un número creciente de público curioso por sus leyes y por sus avances.

Los museos ya existentes, por su parte se han dedicado a actualizar sus estrategias de presentación y sus temáticas; de esta manera, los museos han pasado a convertirse en un lugar de encuentro y de referencia cultural propio de la sociedad avanzada.

El objetivo es construir un modelo interactivo, que explique la formación de la acumulación de arena en el desierto producidas por el viento, llamadas dunas.

En el informe escrito se expone el análisis, las investigaciones, observaciones y modelaciones que llevaron a definir la propuesta.

El trabajo se realizó durante el primer semestre del 2006 y se desarrolló en cinco etapas: Investigación, desarrollo, diseño de detalle, pruebas y construcción del modelo funcional.

Este informe tiene 5 capítulos:

Primer capítulo: Se describe el proyecto y el desarrollo de este, utilizando el desarrollo de nuevos productos, mostrando la metodología que será la que guiará el proyecto.

Segundo capítulo: Desarrollo del nuevo concepto, utilizando las necesidades y deseos del usuario Tercer capítulo: Se comenzará con el proceso de diseño, objetivos, requerimientos a cumplir.

Cuarto capítulo: Se reunirá la información para realizar el diseño conceptual, el resultado final de la propuesta de diseño, la descripción del producto y el manual de usuario.

Quinto capítulo: El desarrollo del nuevo concepto, se define la geometría de las partes, y se evidencia el concepto final.

1. ANTEPROYECTO

La muestra interactiva llegó a ser representante de los Centros de Ciencia, con la misión común de abrir la ciencia y la tecnología a la mente del público, sobre todo a la de los jóvenes, en la cual se pretende conseguir que comprendan que la Tierra es un planeta dinámico y que los acontecimientos que en él tienen lugar se pueden observar mediante montajes de escasa complejidad y de modo complementario a su educación formal para poner en evidencia algunos hechos cotidianos de la vida real de los cuales no se tenía explicación alguna. Los museos de ciencia se encuentran en permanente actualización en cuanto a sus contenidos y métodos. Su papel en la sociedad y su actitud frente a sus visitantes, ha pasado del lema "prohibido tocar" al lema "prohibido no tocar"

2. MARCO TEÓRICO

Para el desarrollo del proyecto, se realizaron investigaciones en temas como fenómenos naturales, desiertos, formación de dunas.

2.1 Geomorfología

La geomorfología es la ciencia que estudia las formas del relieve terrestre; pues, según las partículas que componen el término, "geo" significa tierra, "morfo" es forma y "logía" es tratado o estudio. Por lo tanto, esta ciencia se remite sólo al estudio de la topografía terrestre. Un concepto más completo de geomorfología aparece en el diccionario de Geología y Mineralogía de Ediciones Rioduero, donde se define como la "Rama de la geografía general que estudia las formas superficiales de la tierra, describiéndolas, ordenándolas sistemáticamente e investigando su origen y desarrollo.

2.2 Desiertos

La formación de los desiertos responde a cambios en clima, ciclos de humedad y sequía combinados con distintas fenómenos geológicos como choques de continentes, surgimiento de montañas o explosión de volcanes a lo largo de miles y hasta millones de años. La combinación de estos elementos produce el ecosistema llamado desierto que a nivel mundial ha sido clasificado según la cantidad de lluvia que cae en promedio en un año. Los extremadamente áridos tienen por lo menos 12 meses consecutivos sin lluvia.

Los semi-áridos tienen entre 250/500 mililitros. Los áridos menos de 250 mililitros al año.

FIGURA 1
Tipos de Desiertos



El avance de la duna siempre se da en dirección del viento y sus métodos de fijación son: Plantas arbustivas cuyas raíces traban las partículas, el incremento de la humedad aumentando la cohesión entre las partículas.

Las clases de dunas más comunes son:

- Duna transversal
- Duna en u o media luna
- Duna longitudinal

3. PROCESO DE DISEÑO

3.1 Usuario

Usuarios con edad entre diez y diecisiete años de edad. Estos usuarios que pertenecen a este rango de edad son aficionados a la tecnología. El mercado está determinado por diversos grupos con características muy particulares en cuanto a los gustos, tendencias, hábitos de consumo, y expectativas. El mercado de los adolescentes es muy heterogéneo, pero a grandes rasgos se puede afirmar que buscan tener una identidad definida y además tienen una visión hacia el futuro muy clara.

Presentan gran interés en los productos que van a utilizar, prestando mucha atención en la calidad; Quieren identificarse con una determinada marca, lo cual influye en cómo se anuncia y cómo se vende.

Les importa mucho su salud y su apariencia física; debido a esto asisten a gimnasios y centros deportivos para ejercitarse y moldear su cuerpo. Se ha incrementado en los jóvenes el cuidado de su apariencia física, mucho más que antes. La

Dunas

Son depósitos de arena móviles producidos por vientos en dirección constante y obstáculos que a medida que van emigrando van sepultando objetos, su altura varía aproximadamente entre los 30 y 200 metros mientras su base es 5 veces mayor.

FIGURA 2
Tipos de Dunas



FIGURA 3
Mood Borrado Usuario Final



alimentación es balanceada, a pesar de la gran preferencia que tienen por la comida chatarra, cada vez son más los jóvenes que se preocupan y procuran comer alimentos nutritivos, bajos en calorías y grasas.

Una vez han encontrado alguna marca con la cual se identificaron, son muy leales a ella; les gusta consumir productos de buena marca y alta calidad. Les llaman la atención los objetos nuevos se interesan mucho en lo que les gusta como los artículos alternativos, innovadores y electrónicos, ya que los hacen sentir originales y para ellos representan un medio de expresión personal. Tienen autoridad en cuanto a la selección de productos sobre los cuales sienten conocer lo suficiente. Como por ejemplo los teléfonos celulares, equipos de sonido, computadoras, bebidas deportivas, etc.

Tienen un gran dominio por la tecnología, manejan las computadoras e Internet como instrumento básico para sus actividades escolares, además como para conocer a otras personas, informarse, distraerse y aprender. Igualmente, saben comunicar a las demás personas y a los adultos el funcionamiento, las ventajas y desventajas de dicha aplicación. La música representa un papel muy importante en sus vidas. La radio y los MP3 hacen parte de su estilo de vida. Todos estos gustos y modas que se imponen este tipo de usuarios son conseguidos por medio de la percepción, ya que ésta puede actuar conciente e inconciente mente y así

los usuarios van adquiriendo un tipo de vida muy parecido entre ellos.

3.2 Percepción

La percepción es la imagen mental que se forma con ayuda de la experiencia y la necesidad. Es el resultado de un proceso de selección, interpretación y corrección de sensaciones.

3.3 Mood borrado y Alfabeto visual

Son importantes para determinar el usuario final, el contexto donde se va a situar y a desarrollar la experiencia. Para poder describir mejor se representarían por medio de imágenes divididas en tres grupos: usuario, contexto y concepto a transmitir.

4. DESARROLLO DEL CONCEPTO

4.1 Diseño Conceptual

Es necesario tener claro cual es el objetivo que se quiere alcanzar y los criterios de diseño, para esto es necesario la realización de la caja negra, la estructura funcional, la matriz morfológica entre otros. Todos estos conceptos servirán para tener un seguimiento sobre los materiales, formas, insumos, mecanismos, etc. Que se utilizarán en el producto final.

4.2 Matriz morfológica

En la matriz morfológica se utilizan diferentes portadores de función, los cuales mediante una selección que tiene como eje las especificaciones del PDS serán escogidas para representar físicamente y por su uso las funciones de la caja negra y estructura funcional. Teniendo más posibilidades para una mejor solución.

4.3 Matriz de Evaluación

Para poder escoger la mejor alternativa se deben generar ciertos puntajes que podrán mostrar de manera más clara cual alternativa se comporta mejor que las demás.

Para esto utilizaremos la matriz de evaluación, la cual nos mostrará de manera puntual en que aspectos es mejor cada alternativa. Los puntajes se darán por una serie de criterios o requerimientos que guiarán la calificación.

Estos puntajes serán así: se dividen en 5 categorías, cada categoría tiene un porcentaje sobre un total de 100% y a su vez cada categoría se divide en subcategorías que tendrán un puntaje de 1 a 5 siendo 1 de menor importancia y 5 el de mayor importancia.

4.4 Generación de Alternativas

Para la realización de alternativas se hará de forma individual, utilizando los aspectos anteriores se realiza una lluvia de ideas que nos llevará a realizar alternativas para poder tener más opciones y así realizar una idea final más completa.

Se tendrá en cuenta los portadores de funciones, los requerimientos del PDS, etc. Tratando de acertar con los gustos de los usuarios final y cumpliendo los requerimientos del usuario inicial (parque explora).

5. DISEÑO DE FORMALIZACIÓN

Después de realizar las alternativas y realizar su evaluación de forma cualitativa y cuantitativa, se seleccionó la que cumplía

con el mayor número de requerimientos. no dejando de lado los "pro" de las alternativas restantes.

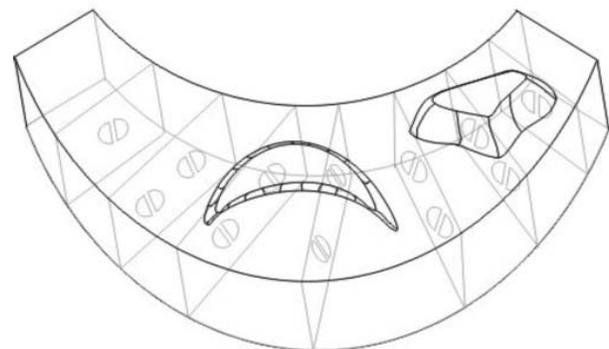
FIGURA 4
Render concepto seleccionado



5.1 Ilustración del fenómeno

La experiencia inicia al presionar un botón que se encuentra en la parte frontal, éste activa la salida de aire por medio de un compresor de ½ caballo de potencia (Hp), se utilizan dos presiones: una no más alta de 50 PSI y la segunda será no mayor a 15 PSI. que está situado en la parte inferior de la pata trasera la cual es la que sostiene la base de almacenamiento. Para simular las dunas se crearon dunas preformadas y un colchón de vinilo el cual se infla y este a su vez hace que las dunas se inflen.

FIGURA 5
Dunas preformadas



Se utiliza una de las líneas de entrada de aire de la electroválvula direccional 6/3, la cual se activa para inflar el colchón de aire y mostrar las dunas la cual estará máx. a 15 PSI, luego se activa la otra línea de entrada de aire máx. a 50 PSI, la cual distribuye el aire por todo el sistema por medio de una manguera y se activa luego que la electroválvula haya terminado la función inicial.

La manguera se perfora cada 5 cm. La madera es perforada para permitir que la manguera pase de la superficie a la parte inferior donde se une con unos racores automáticos en "T" de 6 mm, de la otra parte de la "T" se une a un racor múltiple con varias salidas (en este caso tiene 4 salidas y una entrada) y de este se lleva la manguera a la válvula, la cual es la responsable del paso del aire.

FIGURA 6
Sección de manguera perforada

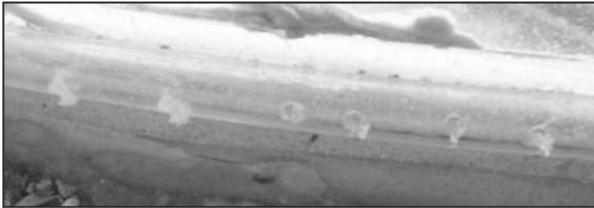


FIGURA 7
Racor en "T"



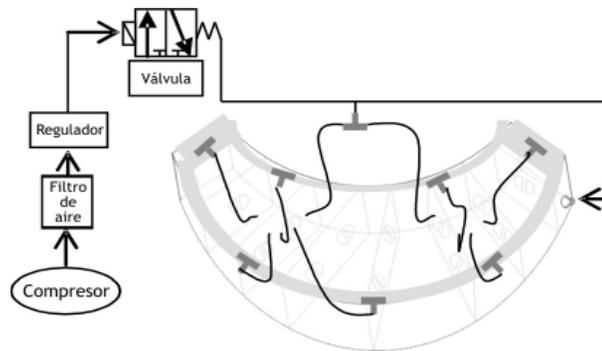
5.2 Funcionamiento

El funcionamiento de la experiencia esta integrado en una serie de componentes electrónicos reunidos en una tarjeta de circuito impreso utilizando un microcontrolador llamado PIC, el cual es el encargado del buen funcionamiento de la experiencia.

Los componentes que actuaran por medio de la tarjeta son:

- 1 Electroválvula a 110V
- 1 compresor de ½ HP
- 2 pulsadores
- 1 reproductor de sonido

FIGURA 8
Esquema de funcionamiento



5.3 Diseño del espacio

Se puede situar en diferentes lugares y no se perderá de ninguna información, ya que esta diseñado para que la información siempre acompañe al producto y así estará siempre completa sin pensar en el lugar donde se sitúe.

La forma en media luna incorpora al usuario en la experiencia.

FIGURA 9
Escenografía



CONCLUSIONES

Promover ambientes de aprendizaje que permitan el encuentro de grupos heterogéneos de jóvenes como manera de fomentar el desarrollo de valores.

Promover las opciones de las propuestas educativas a partir del intercambio de experiencias, hombre-máquina.

Comunicar emociones, información, vivencias, etc., interactuar con el visitante de manera que sus conocimientos, sentimientos y actitudes no sean los mismos antes que después de interactuar con la experiencia.

Para el desarrollo de esta experiencia interactiva, se recurrió a la aplicación de las diferentes metodologías de diseño, aprendidas durante el curso de pregrado de Ingeniería de Diseño de Producto, ofrecido por la Universidad EAFIT.

Involucrar y comprometer a los docentes universitarios con el método de cómo se divulgan las ciencias, permitiendo que proyectos como éste sean de gran apoyo para la explicación de las mismas

BIBLIOGRAFÍA

BELTRÁN Rafael. Introducción a la Mecánica de Fluidos. Bogota-Colombia. MC Graw-Hill, 1990.

C. H. Jensen, Mc Graw-Hill 1988. Dibujo y diseño de ingeniería Engineering Design, G. Pahl, W. Beitz (1984), The Design Council.

CROSS, Nigel. Métodos de Diseño, Estrategias para el Diseño de Productos. México. Limusa, S.A. de C.V, 1999.

DE VIRES, M.J., CROSS, Nigel. y GRANT, D.P. Design Methodology and Relationships with Science. Kluwer Academic Publishers. 1992. 321p.

FOX, Robert; MCDONALD, Alan T. Introducción a la Mecánica de Fluidos. México. Interamericana, 1983.

Mikell P. Groover, Prentice Hall (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna, Materiales, Procesos y Sistemas.

MUNSON, Bruce R; YOUNG, Donald F; OKISHI, Theodoro H. Fundamentos de Mecánica de Fluidos. México. Limusa-Wiley, 1999.

Ulrich, K and Eppinger, S. (2000). *Product Design and Development*. 2 ed. Boston: Irwin/Mcgraw-Hill,. ISBN 0 07 229647 X

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO DE UNA JERINGA DE INFUSIÓN PARA NEONATOLOGÍA

AUTORA

JULIANA ESCOBAR RESTREPO
Departamento de Ingeniería de
Diseño de Producto Universidad EAFIT
jescob11@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

ASESOR

DR. SANTIAGO CORREA
Departamento de Ingeniería de
Diseño de Producto Universidad EAFIT
scorrea5@eafit.edu.co

RESUMEN

El prototipo de una jeringa de infusión se desarrolló en un grupo interdisciplinario, partiendo de una propuesta del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia. Una de las primeras aproximaciones en el desarrollo tecnológico médico en Medellín. El proyecto inició con una etapa de investigación donde se analizaron los equipos del mercado, los trabajos realizados, la relación usuario - producto - contexto, y se identificaron las funciones que la jeringa debía realizar tales como: el bolo, la purga, la infusión regular, el sistema de alertas y alarmas, y las partes como el mecanismo de impulsión, el estribo y el teclado.

Se establecieron los requerimientos del sistema, y se desarrolló el diseño por medio de un alfabeto visual y el análisis de las partes mecánicas y electrónicas. En el proceso se desarrollaron modelos 3D y modelos blandos, se sintetizaron las diferentes partes y se realizó la manufactura del prototipo por control numérico.

Se obtuvo un prototipo según las posibilidades de construcción y se logró un diseño funcional completo.

Se logró evidenciar la falta de experiencia y conocimiento para el desarrollo de equipos médicos que sean competitivos. Además es necesario crear mejores contactos para que las partes electrónicas y mecánicas que lo componen no dependan de su consecución o confiabilidad.

PALABRAS CLAVE

Diseño, prototipo, jeringa de infusión, Neonatología, Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA), PDS Especificación de Diseño de Producto, alfabeto visual.

INTRODUCCIÓN

Este trabajo documenta el proceso del diseño y construcción de un prototipo de una jeringa de infusión para Neonatología. El proyecto de investigación nació por una propuesta del Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) para impulsar el desarrollo de equipos médicos en el ámbito regional y de esta manera fortalecer el cluster de servicios médicos en Medellín, estructurándolo como centro internacional de servicios médicos especializados. Este proyecto se conformó por medio de un equipo interdisciplinario para conformar un equipo completo de trabajo

La jeringa de infusión puede describirse como un equipo electromecánico que hace posible la administración segura y controlada de medicamentos, entregando la solución de una manera más precisa que con sistemas accionados manualmente o dependientes de la gravedad. Son indispensables en la unidad de cuidados intensivos de Neonatología, pues el tratamiento médico de los neonatos debe contar con precisiones milimétricas para la entrega de los medicamentos. Por esta razón se encuentra presente cada cama o incubadora.

La mayoría de estos equipos se encuentran en comodato en los centros de salud en Medellín y son proporcionados gratuitamente por las empresas farmacéuticas en contraprestación por la compra de insumos y medicinas. Por esta razón los hospitales que no cuenten con grandes volúmenes de adquisición de medicamentos no pueden acceder a estos equipos, especialmente en zonas rurales. Según estudios del CTA este es un producto que puede ser desarrollado en Colombia con gran viabilidad económica y de esta forma lograr sustituir este tipo de importaciones (Villa. 2006). Generar el conocimiento que permita una sustitución paulatina de equipos importados por equipos nacionales, permitiendo el acceso a los mismos a un mayor número de centros hospitalarios justifica la realización de este proyecto.

También se cuenta con material bibliográfico preliminar de dos proyectos de grado realizados por estudiantes de Ingeniería Biomédica de la EIA, sobre una bomba de Anestesia controlada por paciente (PCA), y una bomba para insulina de dosis personal. Como trabajos desarrollados a nivel local, pero que están lejos de convertirse en un producto comercial, pues no involucran la parte externa del equipo, para presentarlo al usuario.

Con base en lo anterior, se propone el rediseño de una jeringa de infusión para Neonatología tomando en cuenta la industria local, la producción y consecución de los elementos del producto. Se implementa la metodología utilizando las diferentes herramientas de diseño y desarrollo de productos, para tener como finalidad un prototipo funcional. De esta forma se establece un primer paso en el desarrollo de equipos médicos de este tipo en la ciudad, agregando un alto valor formal.

Una motivación adicional para realizar este trabajo, es aprovechar la oportunidad de trabajar con el CTA por medio del semillero de investigación HECAS-ID de la Universidad EAFIT, desarrollando proyectos reales, y ayudando a la creación de unidades estratégicas, pues no se trabaja independientemente, sino que por medio del equipo interdisciplinario se fortalece la innovación y el desarrollo de nuevos productos en Medellín.

METODOLOGÍA

Se hicieron 3 observaciones participativas en los centros médicos, y se les realizaron entrevistas a los diferentes médicos y enfermeras del lugar, se hizo revisión bibliográfica en Internet y proyectos de grado, se pidieron asesorías con personas conocedoras del tema., y se hizo revisión de los manuales técnicos y de usuario de la competencia. Se contó con una jeringa de infusión marca Terumo, a la cual se le realizó ingeniería inversa. Luego se estableció la especificación de Diseño de Producto (PDS, *Product design specifications*) utilizando los elementos propuestos por Stuart Pugh y organizándolos según la metodología propuesta por Ulrich y Eppinger. Luego se pasó al análisis funcional del mecanismo, el desarrollo de las especificaciones electrónicas y el desarrollo de las alternativas.

Para las alternativas se realizó una lluvia de ideas partiendo de la herramienta de diseño de los boards o collages que se presenta en el libro Product Design de Mike Baxter (Baxter. 1195 p217 -229). Donde se escoge un atributo para el producto y un referente que se relacionara con éste, en este caso la maternidad humana. Del referente, y la recolección de estas imágenes se sacó un alfabeto visual, que sale de las formas y contornos, y la abstracción de las mismas.

Se realizó una lluvia de ideas (10 alternativas), de las cuales se evaluaron y se escogieron dos. Luego se desarrollaron un poco más a fondo con la construcción de un modelo blando y

una modelación 3D (Realizada en Pro Engineer). Se evaluaron por todo el equipo de trabajo, y se escogió la alternativa final.

Al mismo tiempo se generaron las especificaciones del funcionamiento según el PDS; y el análisis a la jeringa marca Terumo y se entregaron a las partes del equipo encargadas de los sistemas electrónico y mecánico, y se realizó un montaje provisional para hacer pruebas de funcionamiento generando el diseño de detalle de la carcasa.

Esta etapa contó con el desarrollo de diferentes modelos en 3D, los cuales evolucionaban con los avances de las otras dos áreas, y a su vez se construyeron modelos blandos y bancos de pruebas para la comunicación entre todos.

Se corrigieron los errores en cada una de las partes y se completó el trabajo tanto de electrónica, mecánica, como el diseño de la carcasa, y la síntesis de los tres, estableciendo el modelo 3D final, al cual se le desarrollaron los códigos de maquinado en CNC. El material empleado fueron bloques plásticos de resina de poliéster y Nylon. Por último se le dio acabado a las piezas, y se ensamblaron.

Se recopilaron los planos de taller, los planos de ensamble, las cartas de procesos, se documentó todo el proceso y se desarrolló el manual de usuario.

DESARROLLO

Los resultados se componen por las diferentes características que componen a la jeringa de infusión y el desarrollo final del prototipo.

Los principales requerimientos del PDS que se buscaron cumplir fueron los siguientes:

- Uso de colores neutros y pasteles.
- Formas suaves.
- Mínimo de hendiduras y rendijas.
- Termoplástico ABS, resistente al impacto, para la inyección, en el prototipo es necesario un material para control numérico
- Distribución horizontal.
- Precio asequible 850 a 1000 dólares.
- Funciones de goteo, bolo.

- Alarmas sonoras y visuales.
- No se tendrán librerías de drogas.
- Hermético a los líquidos
- Conexión para instalación en atril
- Fabricación local.
- Uso de instrucciones claras y concisas.
- Visualización de volumen infundido.
- Diagramación clara.
- Conexión a 110V
- Baterías de respaldo.
- Jeringa desechable de 50 ml.
- Volumen Max 60 ml, incrementos de 0.1 ml/h.
- Velocidad de infusión (flujo) 0.1 a 99.9 ml/h, incrementos de 0.1 ml/h.
- Velocidad de Bolo 500 ml/h.
- Velocidad de Purga 500 ml/h.

Los sistemas de alarmas del producto se pueden ver en la figura 1.

De estos sistemas de alarmas se cumplieron todos menos la alarma de oclusión y la alarma de fin de carrera, pues estas dos necesitan más tiempo de desarrollo.

El procedimiento de operación es el siguiente:

1. Encender
2. Cargar la jeringa
3. Posicionarla en la unidad de impulsión
4. Sujetarla con el estribo de la jeringa
5. Introducir los datos de entrada Volumen (ml) y el Flujo (ml/h) por medio del panel de control, estos elementos pueden ser observados en la pantalla LCD
6. Realizar una purga inicial (llenado del catéter de la solución)
7. Conectar al paciente
8. Comenzar la infusión.

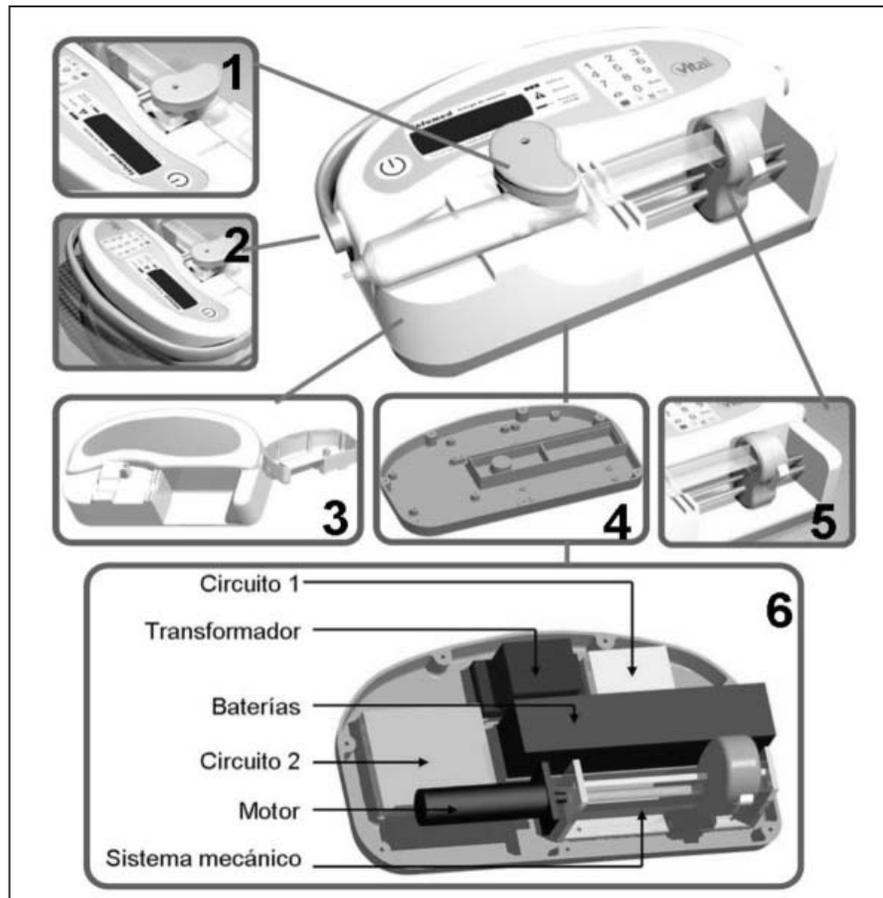
Las partes finales de la jeringa de infusión son:

1. El estribo de la jeringa. Este se jala (hacia arriba) y se rota a la derecha. Y cuando se gira nuevamente, este baja automáticamente y presiona la jeringa plástica.
2. El agarre y el teclado de membrana
3. carcasa superior
4. carcasa inferior
5. Mecanismo de impulsión.
6. Arquitectura elementos electrónicos

FIGURA 1
Sistema de alarmas



FIGURA 2
Propuesta final - partes



La propuesta final de la carcaza reúne todas las partes del equipo mecánico, y electrónico, y todas sus piezas siguen la formalidad buscada con el alfabeto visual. Todas sus formas son compuestas por contornos y abstracciones que salen de la maternidad humana, tales como el feto y la barriga de la mujer embarazada.

La modelación de la propuesta final de las carcazas y los aditamentos se desarrollaron en Pro E, junto con el ensamble de todas las piezas.

La manufactura de las partes exteriores de la jeringa de Infusión se realizó mecanizándolas por control numérico en el laboratorio de máquinas y herramientas de la Universidad EAFIT en el centro de mecanizado Milltronics. Este permite un buen acabado exterior, y mantiene la precisión necesaria

para los sistemas de ensamble, las venas de refuerzos, y en general los detalles del diseño de la carcaza.

Para mecanizar en control numérico fue necesario conformar los bloques de material maquinable. En este caso se inició la construcción de dos bloques de resina de poliéster de Andercol para la carcaza inferior, y los aditamentos de agarre, estribo y carcaza del mecanismo de impulsión. Para el bloque de la carcaza superior fue necesario cambiar de material, por la inestabilidad de la resina cuando se preparan grandes cantidades. En este caso se optó por la compra de un bloque de Prolon NA de Carboplast.

Se le dio acabado a las piezas con los colores escogidos se hizo el ensamble de las piezas para lograr como resultado el equipo final.

FIGURA 3
Foto final del prototipo



CONCLUSIONES

- El medio local tiene bases de conocimiento tecnológico para desarrollar instrumentos de ésta índole, pero falta experiencia y compromiso en este ámbito.
- Es necesario mejores contactos para la consecución de los elementos electrónicos y mecánicos, y no depender de lo que se consigue y su confiabilidad.
- Las especificaciones de diseño de producto son indispensables para establecer el alcance de cualquier proyecto, tanto del diseño, como de las partes involucradas.
- Es muy importante diseñar con asociaciones a conocimientos previos, para que estos no sean rechazados en el medio local.
- El manual de usuario permite sintetizar la información para que todas las partes del proyecto conozcan el modo de operación del equipo, y sea de rápida comprensión para futuras referencias.
- Falta mucha cultura de Diseño Colombiano no artesanal, pero este se va desarrollando con el conocimiento que estos proyectos propician.

AGRADECIMIENTOS

Lina Zuleta y Juan Carlos Botero del CTA , Dr. Santiago Correa por la asesoría, a Juan Sebastián Villa por su trabajo preliminar, al Ingeniero Juan Alejandro García, por los códigos de maquinado, a los laboratorios de la Universidad EAFIT, a la empresa Omicróm Ingeniería Ltda. Por el desarrollo electrónico, al ingeniero Juan Felipe Isaza por el desarrollo del mecanismo.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA MÁQUINA (PLOTTER) CNC DE CORTE PARA LA FABRICACIÓN DE MUESTRAS PARA EMPAQUES DE CARTÓN, ENFOCADA A LA CREACIÓN DE EMPRESA PARA LOS SECTORES DE EMPAQUES, CUERO Y TEXTIL

AUTORES

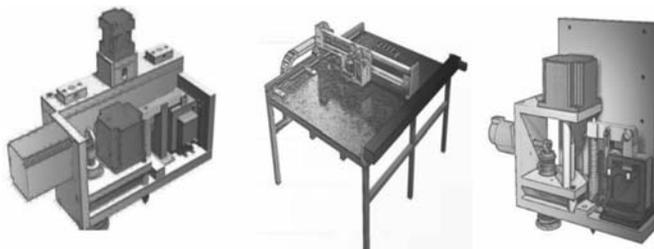
FRANCISCO JAVIER DEL
CASTILLO CORTÁZAR
fdelcast@eafit.edu.co

SARAH THÉNOT TEJADA
sthenott@eafit.edu.co

MARIA ISABEL CASTELLANOS ARBOLEDA
mcastel1@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

ASESOR
CARLOS A. RODRÍGUEZ ARROYAVE
carodri@eafit.edu.co



RESUMEN

Este artículo describe el diseño, proceso y desarrollo de una máquina (“plotter”) CNC de corte para la fabricación de muestras (prototipos funcionales) para empaques de cartón, enfocada a la creación de empresa para los sectores de empaques, textil y cuero.

El resultado de todo este proceso es el diseño y modelación completa de dicha máquina, y la construcción del cabezal de corte y hendido, para el cual se realizó el montaje en una mesa X, Y adquirida por la Universidad EAFIT, con el fin de ejecutar las pruebas de corte de dicho cabezal. Este prototipo funcional complementará las funciones de esta máquina, y por lo tanto las futuras prácticas académicas.

La máquina está compuesta por dos funciones principales: la primera es el corte por cuchilla, el cual se realiza por medio de un motor paso a paso, y se complementa con un sistema de vibración que minimiza el desgaste de la cuchilla, el segundo es un sistema de hendido producido por una herramienta llamada *escor* de punta circular. Todo el proceso está basado en una interacción entre la máquina y el computador, donde el usuario es quien introduce los datos al controlador, este se encarga de interpretar, convertir y transmitir los datos en movimientos (X, Y, Z y Z rotacional) hasta obtener el empaque cortado y hendido.

Uno de los objetivos del desarrollo de este proyecto es crear una máquina de buena calidad y bajo costo comparada con las existentes, para pequeñas y medianas empresas de diferentes sectores, mejorando la productividad en el área de corte de los distintos tipos de materiales: cartón-cartulina, tela y cuero; para la creación de una empresa enfocada en el diseño, producción y comercialización de este tipo de maquinaria.

PALABRAS CLAVES

Plotter, CNC, escor/hendido, cartón, plegadizas, cabezal de corte, mesa de corte, controladores, PDS, diseño asistido por computador (CAD), ingeniería asistida por computador (CAE), manufactura asistida por computador (CAM), sector cartón, textil, cuero.

1. INTRODUCCIÓN

Partiendo de la aplicación de los conceptos, habilidades y metodologías adquiridas durante el pregrado de Ingeniería de Diseño de Producto; se plantea el diseño y desarrollo de una máquina (*plotter*) CNC de corte para la fabricación de muestras para empaques de cartón, de esta manera se pretende hacer parte de un proyecto que aporte a las pequeñas y medianas empresas Colombianas mejores maneras de productividad y de competitividad.

El desarrollo de este proyecto surge de la necesidad de diferentes empresas del sector de empaques de cartón corrugado tales como Corru-med S.A., Propack S.A. y otras cartoneras de la ciudad de Medellín; de prestar un servicio más ágil en la entrega de las muestras de empaques solicitadas por los clientes. Como consecuencia, se plantea como objetivo principal el desarrollar una máquina CNC que facilite y agilice esta labor, teniendo en cuenta las necesidades y requerimientos de las empresas de este sector.

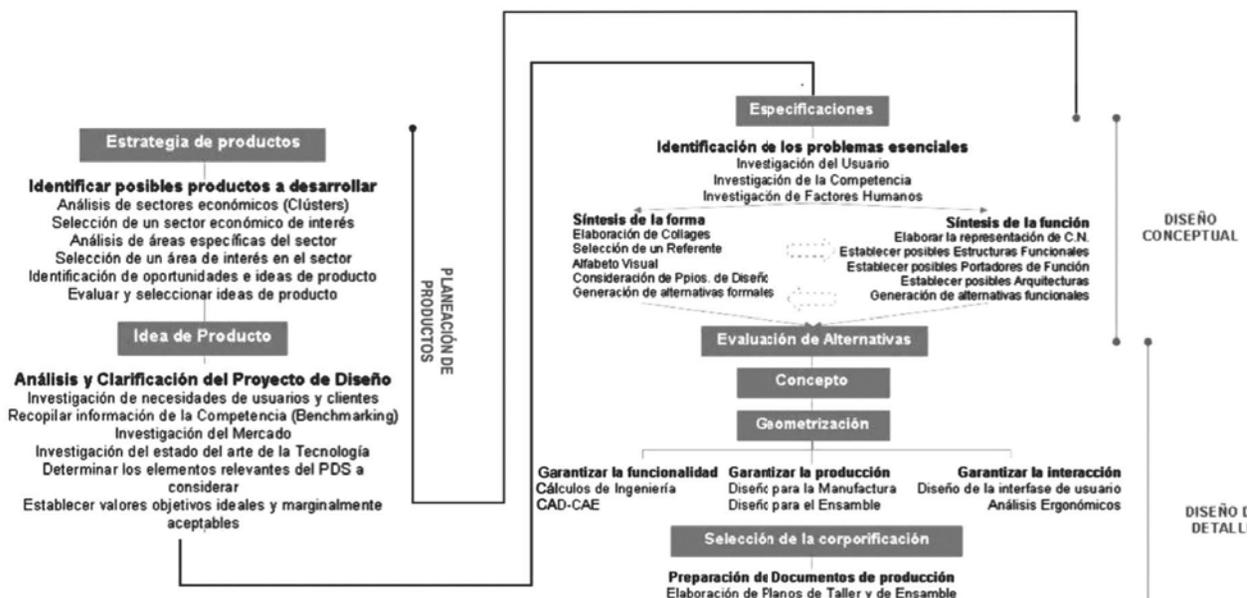
En este artículo se describe todo el proceso llevado a cabo durante un año de desarrollo, que dio como resultado una la

propuesta final (modelación) de toda la máquina CNC para muestras de empaques de cartón - cartulina y de un prototipo del cabezal de corte y hendido de cartón, el cual quedará en funcionamiento para la Universidad EAFIT en la máquina CNC cortadora de plasma y ruteadora, con la facilidad de poder desmontar el cabezal y utilizar las demás herramientas de esta máquina. Este sistema también se empleará como base para futuros diseños de las diferentes máquinas, con el fin de conformar una empresa que diseñe, fabrique y comercialice este tipo de máquinas para diferentes sectores de la industria, como son los sectores de empaques, textil y cuero.

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para el proyecto es la recopilación de algunas metodías aprendidas a lo largo de la carrera de Ingeniería de Diseño de Producto. Inicialmente se partió con la metodología VDI 2222 para el área de ingeniería, Pahl y Beitz para el área de diseño, y el formato único de plan de negocios de la materia empresarismo de la Universidad EAFIT, dando como resultado un resumen de toda la información obtenida durante toda la carrera. (Ver Figura 1).

FIGURA 1
Metódica Ingeniería de Diseño de Producto



Fuente: Recopilación. Elaboración propia

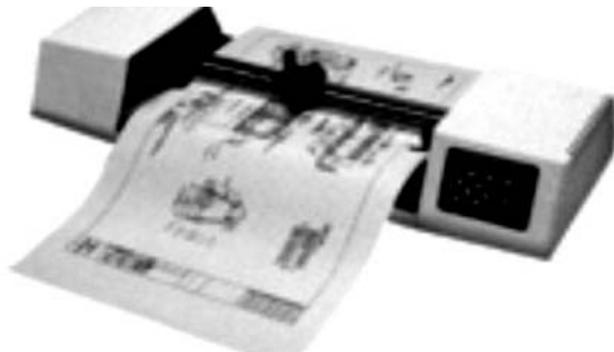
3. ANTECEDENTES

El control numérico computarizado se originó en los años cincuenta con la automatización de una fresadora manejada desde un computador. La gran ventaja de las máquinas CNC a diferencia de las máquinas convencionales, es que gracias al uso de la integración de computador - máquina y a los sistemas CAD/CAM, se pueden controlar la posición y velocidad de los motores que accionan los ejes de la máquina, realizando así, movimientos que no se lograrían fácilmente de forma manual, como son los círculos, líneas diagonales y figuras complejas, generando además de un mejor acabado y calidad, un mayor aprovechamiento del tiempo y del personal para así llegar a ser más productivos.(Escalona@, 2006).

Esta tecnología fue evolucionando e incorporándose a diferentes tipos de usos, uno de ellos son los llamados *plotter* de corte o mesas de corte CNC, los cuales nacieron a partir del principio de graficación usados en el registro de variables médicas. Inicialmente se trabajaba en dos ejes cartesianos (X y Y), donde el eje del papel representaba el tiempo y el eje del bolígrafo, la variable a registrar. Luego se realizaron modificaciones que permitieron que ambos ejes se movieran al mismo tiempo y dentro de una misma hoja limitada. A partir de esto surgieron otro tipo de mesas de corte principalmente para graficación como la mesa de corte vertical (ver Figura 2) donde el papel se mueve en sentido X y el bolígrafo en sentido Y lo que permitió hacer dibujos de mayor tamaño en áreas de poco espacio. Este mismo principio se aplicó para el corte,

que en la actualidad se conoce como “cutters” utilizados más que todo para carteles y señalización.

FIGURA 2
Mesa de corte vertical

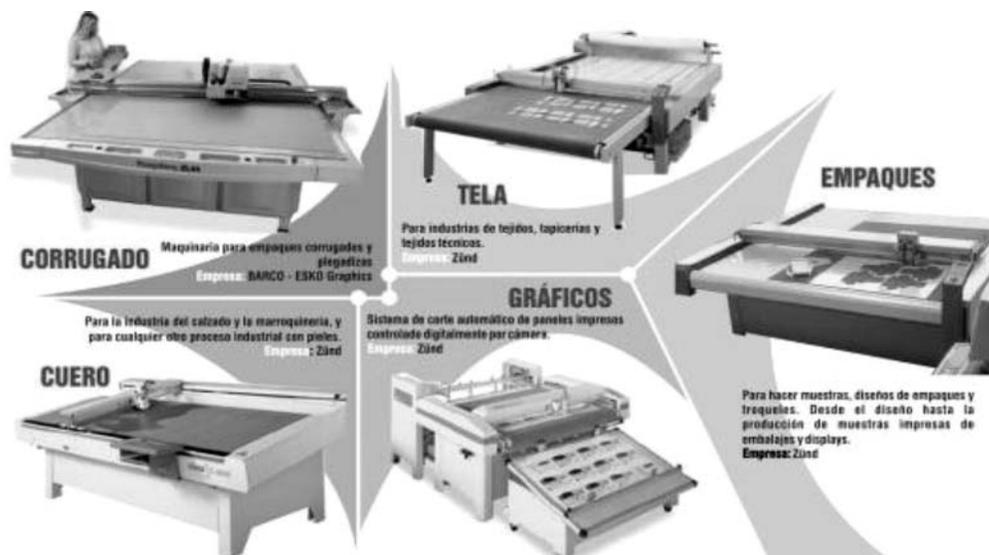


Fuente: (Escalona@, 2006)

A partir de esta evolución se han desarrollado diferentes tipos para diversas aplicaciones como son: el corte de empaques de papel y cartón (cajas plegadizas y corrugadas), el corte de tela (moldes para confección), el corte de cuero (para marroquinería y calzado), el corte de diferentes tipos de polímeros (espumas, Poliestireno expandido, acrílicos, etc.), el corte de maderas y metales entre muchos más materiales.

A continuación se mostrarán los diferentes sectores en los que existe este tipo de máquinas para el corte de diversos materiales. (ver Figura 3)

FIGURA 3
Máquinas de diferentes sectores



Fuente: Elaboración propia

El proyecto se enfocó principalmente en el sector Papel – Cartón, para el desarrollo de la máquina puesto que este es el material más fácil de manejar dentro de estos tres sectores. En los otros dos se deben manejar diferentes variables como: elongaciones, daños del material (no estandarizado), sujeción más compleja, etc.

FIGURA 4
Características principales de las máquinas de corte de cartón existentes



Fuente: Elaboración propia

4. PDS (ESPECIFICACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTO)

Para la elaboración de los requerimientos de diseño, se tuvieron en cuenta 22 elementos, los cuales fueron: Entorno, Pruebas, ergonomía, Calidad y Confiabilidad, Almacenamiento y empaques, Cantidad, Tiempo en el mercado, Documentación y patentes, Vida en servicio, Partes Estándar, Tiempo para el desarrollo del proyecto, Materiales, Procesos y facilidades de manufactura, Usuario, Tamaño, Desechos, Políticas y aspectos legales, Mantenimiento, Limitaciones del mercado, Seguridad, Estética y Desempeño (ver Figura 5 donde se resaltan los requerimientos más importantes).

FIGURA 5
Requerimientos para el desempeño de la máquina

Demandas y Deseos	D/d	Requerimientos	Imp. unidades
La máquina debe cortar cartón y papel	D	Corte de espesores entre 1 y 6	5 mm
El proceso de corte debe ser corto	d	Debe cortar a min 100	4 mm/s
Debe tener buen área de corte	d	El área de trabajo debe ser mayor a 1200 x 1200	2 mm
Debe tener un sistema de sujeción del cartón	D	Se proporcionará la sujeción por medio de un dispositivo mecánico	3 --
la Herramienta de corte debe durar suficiente tiempo	D	Uso continuo min. 7	5 días
Debe tener buena precisión	D	Precisión entre 0.5 y 1	4 mm
Cambio ágil de herramienta automáticamente	D	Entre cambio de herramienta max. 5	5 s
Interfaz de usuario sencilla	D	rogramas CAD/CAM libres, de fácil uso	5 --
El Formato de importación de archivos debe ser estándar	D	Debe soportar los siguiente formatos: ASCII, DXF, DWG.	4 --
Debe constar del número de ejes apropiados para realizar el trabajo	D	Constara de los ejes X, Y, Z, Z rotacional	5 --
Generar las formas geométricas dibujadas en los planos	d	Puede generara cualquier tipo de curvas y líneas	5 --
El corte de debe ser fino y parejo	D	Uso de corte oscilatorio y de herramienta de corte fina	4 --
Debe contar buenas motores para el desempeño de la tarea	D	Uso de motores paso a paso de buena calidad y alto desempeño	5 --
El precio del producto debe ser accesible para el comprador final.	D	El precio máximo debe estar entre \$25' 000.000 y \$30' 000.000.	4 pesos
El costo de producción no debe ser muy costoso.	d	El costo de producción debe estar entre \$10' 000.000 y \$15' 000.000.	5 pesos

Fuente: Elaboración propia

5. DISEÑO CONCEPTUAL

La elaboración del diseño conceptual plasma tanto la síntesis funcional como la síntesis formal, las cuales son los insumos para la generación de alternativas, evaluación y obtención del concepto solución.

5.1 Síntesis de la Función

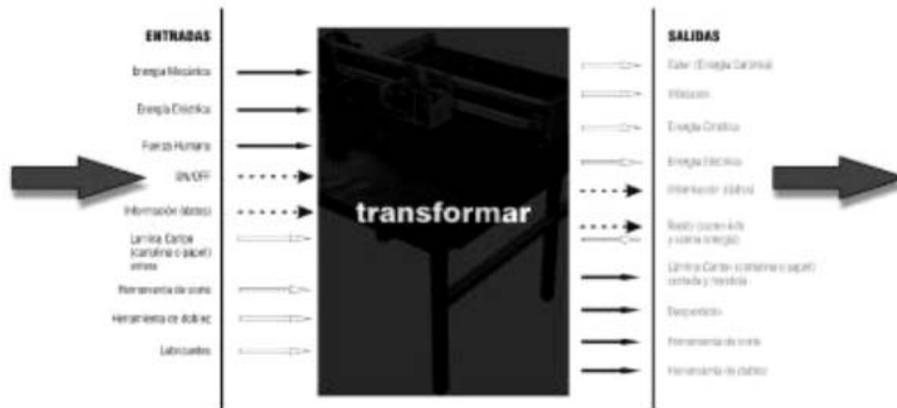
Esta síntesis es el resumen de la descripción del producto a desarrollar, el cual tiene concordancia con las funciones prin-

cipales del proyecto y la relación entre cada una de esas propuestas.

5.1.1 Caja Negra

La primera fase de este proceso es la identificación de la función principal la cual es Transformar la lámina de cartón entera, en una lámina de cartón cortada y hendida, esta se mostrará en la Figura 6.

FIGURA 6
Caja Negra de la Máquina CNC de corte y hendidura

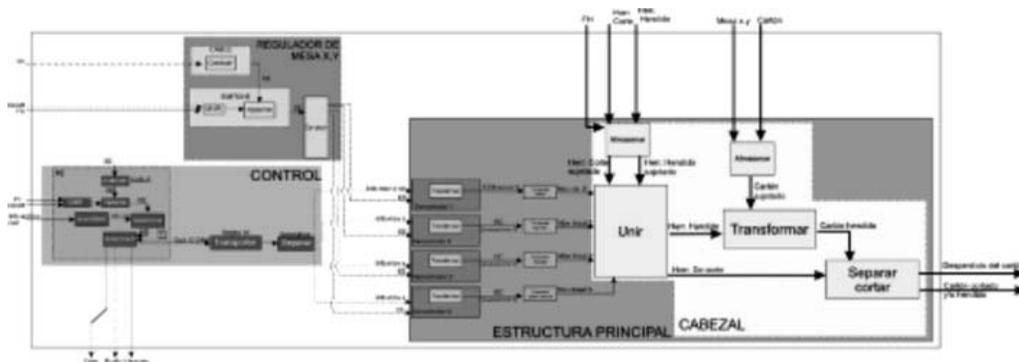


Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Estructura Funcional

Para la realización de la función principal (Transformar), se hace necesaria la relación entre las diferentes funciones que son mostradas en la estructura funcional, esta está dividida en sub-funciones las cuales son: el control, el regulador, estructura principal y el cabezal. (Ver Figura 7).

FIGURA 7
Estructura Funcional



Fuente: Elaboración propia

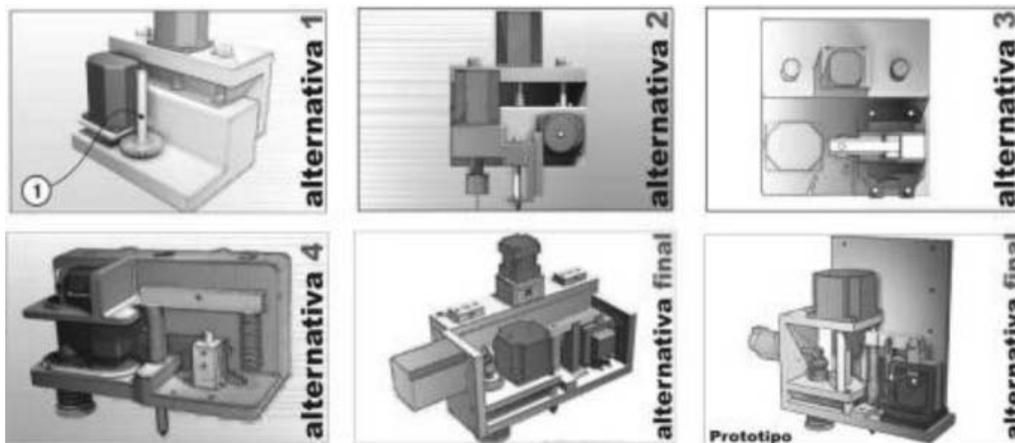
A partir de la definición de la estructura funcional se realiza la matriz morfológica, esta es la búsqueda de posibles soluciones al proyecto; al igual que es un análisis sistemático de la forma que este puede asumir. En la matriz morfológica se presentan diferentes sistemas para cada una de las subfunciones más importantes representadas en la estructura funcional; esto permite obtener combinaciones funcionales para la generación de alternativas, en este caso se escogieron tres conceptos solución, de los cuales se realizó una evaluación cuantitativa de las soluciones; en esta evaluación se presentan los criterios más relevantes tenidos en cuenta para la calificación de los conceptos generados, estos son llamados criterios de evaluación; luego se desarrolla una matriz de

evaluación donde cada alternativa es evaluada dependiendo del cumplimiento de esta con respecto a cada criterio.

5.1.3 Elaboración de alternativas

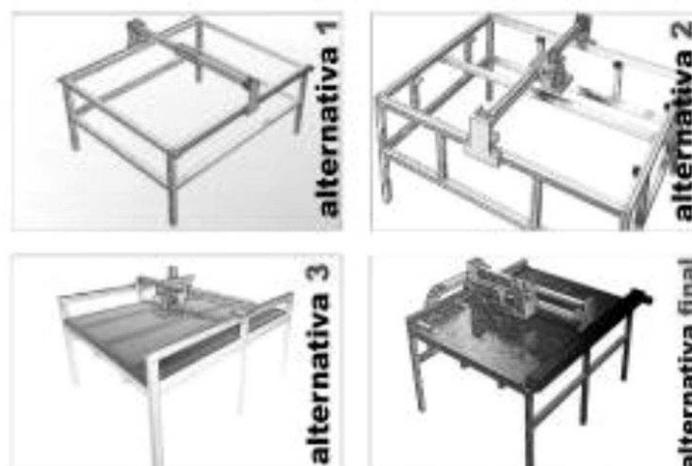
De acuerdo al concepto solución obtenido en la matriz de evaluación se elaboraron diferentes alternativas a modo evolutivo, llegando a la propuesta final. Para el cumplimiento de los objetivos del proyecto, se desarrollaron dos propuestas finales: la primera el cabezal virtual y la segunda para la realización del prototipo funcional; al igual se desarrollaron propuestas para la estructura. (Ver Figuras 8 y 9).

FIGURA 8
Alternativas y diseño final del cabezal



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 9
Alternativas y diseño final de la estructura



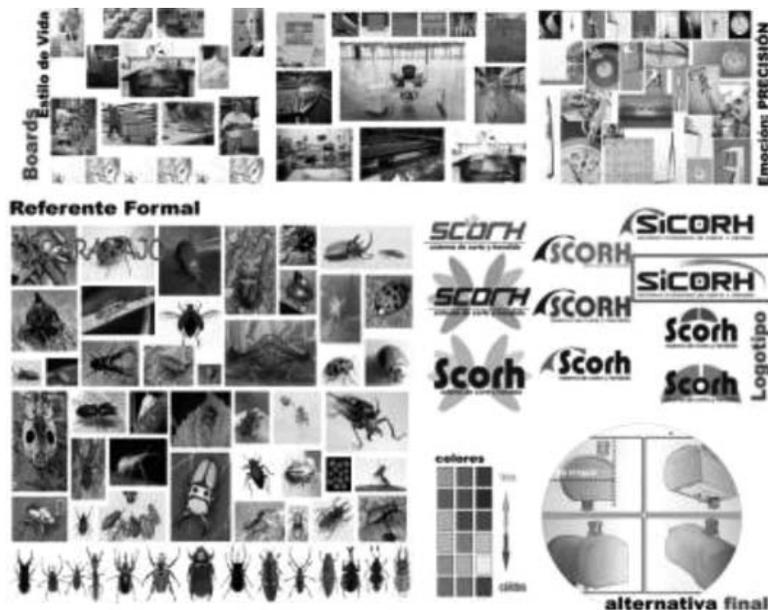
Fuente: Elaboración propia

5.2 Síntesis de la Forma

La síntesis de la forma abarca todo el desarrollo formal del producto, obteniendo los *boards*, estos definen el estilo de vida y el contexto en el que se desenvuelve el usuario, la emoción que se quiere representar en este caso: la precisión, a su vez se elaboró el alfabeto visual, en este se encuentra

el referente formal (el escarabajo), la exploración formal, los colores, tipografías, funciones, mecanismos y principios de diseño, todos con relación al escarabajo, además con toda esta información se realizó el logotipo de la empresa (SICORH) y el diseño de la carcasa, esta información se muestra en la figura 10.

FIGURA 10
Síntesis Formal



Fuente: Elaboración propia

5.3 Explicación del Concepto Solución

El concepto solución definitivo consta de los siguientes componentes: Mov. X-Y-Z + Bucle abierto + Motor Paso a paso + Motor paso a paso + Motor paso a paso + Electroimán + Mach III + Correa dentada + Deslizador DryLyn T + Pisador + Rosca + Cuchilla + Perfiles de aluminio + Base de fibras (como las escobas) + Leva y motor DC+ QCad, La alternativa definitiva (ver Figuras 11 - 13) esta compuesta por los atributos más destacados de todas las propuestas que componen la fase creativa del proyecto, donde se resalta la importancia que se le dio a la selección de cada componente, con la ayuda de algunos programas tales como: Ansys, T-Belt del MIT, Pro-Engineer y cálculos teóricos de ingeniería apoyadas sobre el libro Diseño de máquinas (Norton, 2007).

SICORH CH111 (nombre que recibe la máquina) se centra en la configuración de partes de excelente calidad pero con

el objetivo poder adquirirla a un precio asequible para las empresas pequeñas y medianas del sector, el propósito de estas no es tener una máquina demasiado potente sino una máquina que permita hacer las tareas de corte de una forma más eficiente y de mayor calidad que un trabajo manual. La principal tarea de SICORH CH111 es hacer el hendido de la muestra y luego cortarla.

Esta máquina se diferencia con respecto a las demás máquinas existentes en el mercado por su sistema de herramientas, que permite usar la cuchilla y luego el hendido, sin necesidad de sistemas neumáticos de alto costo y motores adicionales, además de contar con un electroimán que permite desplazar la herramienta de hendido cuando esta es utilizada, esta última tiene una forma cónica que permite realizar los escores en cualquier tipo de dirección.

FIGURA 11
Explicación concepto solución

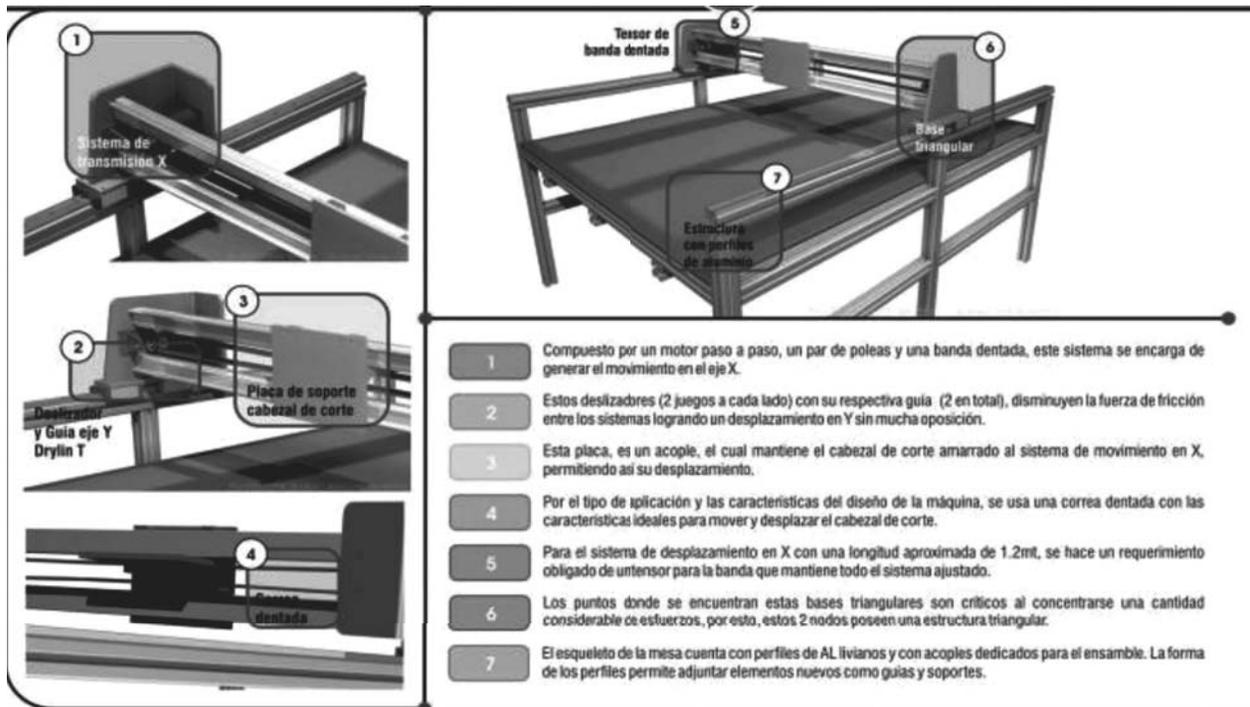
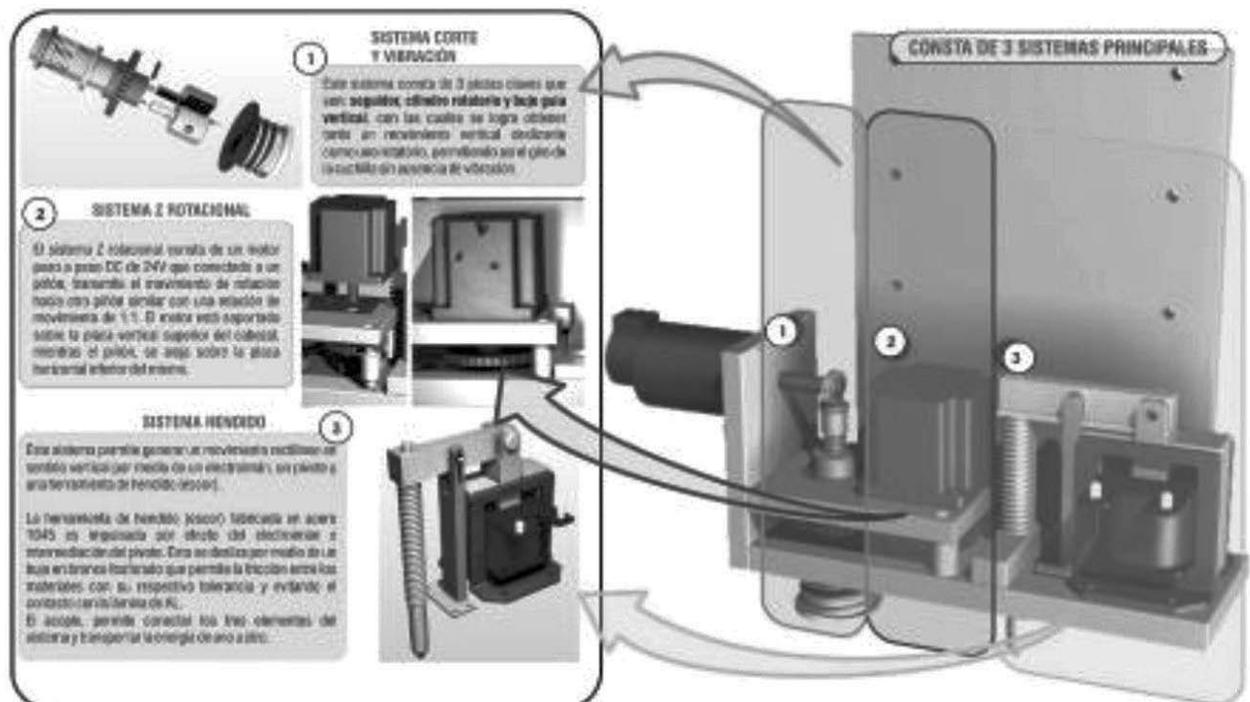


FIGURA 12



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 13
Modelación Final SICORH CH111



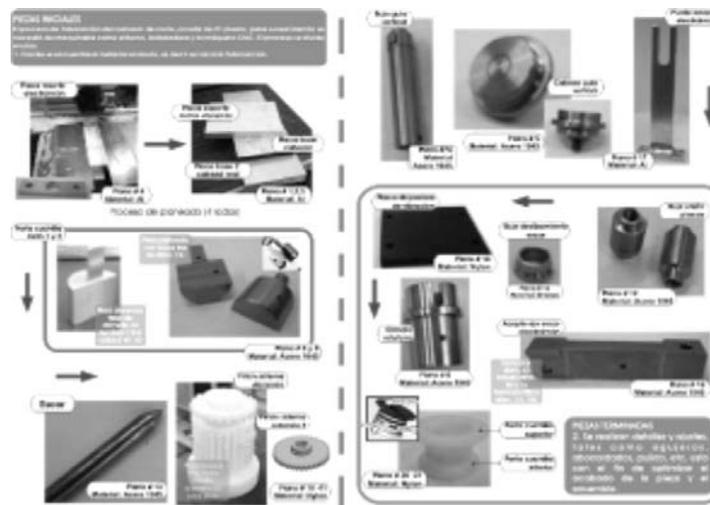
Fuente: Elaboración propia

6. CONSTRUCCIÓN DEL PROTOTIPO DEL CABEZAL

Para la construcción de cada una de las piezas a desarrollar del cabezal de corte, se emplearon los talleres de la Universidad EAFIT, debido a que son piezas que requieren de mucha precisión.

Luego de la construcción y el ensamble del prototipo (ver Figura 14) se realizaron algunas pruebas tales como: Prueba de vibración, Prueba de corte, Prueba de estabilidad, Prueba de software y Pruebas de usuario.

FIGURA 14
Producción de las piezas. Cabezal real



Fuente: Elaboración propia

7. PLAN DE NEGOCIOS

7.1 Concepto de negocio

La empresa SICORH LTDA., diseñará, producirá y comercializará productos especializados en el corte CNC para diferentes materiales. Su producto principal será una mesa de corte llamado SICORH CH111, para muestras de empaques cartón – cartulina para el sector de empaques, luego se expandirá a otros sectores como el textil entre otros. Los productos de SICORH están enfocados a satisfacer las necesidades de las pequeñas y medianas empresas que no

puedan acceder a la maquinaria de importación, con el fin de que puedan ser competitivas en el medio.

7.2 Mercado potencial

Se realizó un análisis sectorial, de la competencia, los productos sustitutos, y del cliente en los sectores del papel – cartón (ver Figura 15), textil y cuero, donde se enfatizó en el primer sector realizando 76 encuestas con un 95% de confiabilidad, en una población inicial de 357 empresas colombianas, donde se concluyó que 310 son pequeñas y medianas empresas y 278 estarían interesadas en una máquina con estas características.

FIGURA 15
Mapa de la cadena productiva del sector papel - cartón



Fuente: (DNP@,2006)

FIGURA 16
Interés en este tipo de máquina



Fuente: Elaboración propia

En el sector textil y cuero se realizaron entrevistas a profundidad a expertos, dando como resultado que el sector textil es un mercado potencial importante pero más exigente de aproximadamente 5.000 empresas y el sector del cuero no se tendrá en cuenta durante los próximos años de conformación de la empresa, ya que los resultados de este último análisis mostraron que los clientes estaban más interesados en una empresa que les prestara el servicio outsourcing en el corte de cuero que en la compra o alquiler de ésta.

7.3 Inversiones requeridas

Para comenzar las actividades, SICORH LTDA. requiere de una inversión de \$ 97'132.837 los cuales se invertirán en costos fijos, costos variables y capital de trabajo para el 1º año.

Para realizar esta inversión se pedirá un préstamo de \$30'000.000 (Conciencias – Bancoldex), con amortización a 3 años.

7.4 Proyecciones de ventas y rentabilidad

Se trabajará sobre una rentabilidad del 76% sobre los costos totales del producto, sin tener en cuenta los gastos de administración.

El primer producto (SICORH CH111) se ofrecerá a un precio de \$49.140.000 para una empresa, con un costo adicional de mantenimiento preventivo por un año de \$4.000.000.

Proyecciones de ventas

Según se menciona antes, el nicho de SICORH LTDA. es hoy de 278 empresas para el sector empaques papel - cartón y 5.000 empresas para el sector textil. (Ver tabla 1).

Ventas:

Como se mencionó en el plan de mercadeo las proyecciones de ventas son las siguientes:

TABLA 1
Ventas durante los primeros cinco años

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Unidades	3	8	14	19	28
					3 (textil)
Precio total	\$147,537,936	\$426,917,410	\$741,199,778	\$1,080,950,932	\$1,608,609,409
					\$ 415,431,317

Fuente: Elaboración propia.

8. CONCLUSIONES

Utilizando ayudas metodológicas como el *brief*, PDS, diseño conceptual, diseño metódico, diseño de detalle, corporificación, y demás, se facilitó el desarrollo de este producto, donde se deja claro que el diseño no es realizado al azar, sino que es un proceso ordenado, continuo y detallado donde su resultado es coherente y factible.

Los cálculos de ingeniería y los análisis realizados en el programa ANSYS permitieron corroborar, adecuar y perfeccionar los diseños preliminares que se tenían de la máquina, para así al finalizar el producto lograr mayor seguridad en su funcionamiento.

En la búsqueda de soluciones para el funcionamiento del cambio de herramienta, una de las opciones encontradas fue el electroimán, debido a que es una solución en la que no es necesario el uso de neumática (pistones), ya que esta incrementaría el costo. Una de las desventajas de este elemento es su gran tamaño y peso; causando un amarre entre el *escor* y el buje de deslizamiento, por esto se pensó en utilizar otro sistema basado también en un electroimán, pero con la ventaja de que

éste podría ser más pequeño y con menores capacidades de fuerza y de desplazamiento, adicionalmente se deben mejorar las holguras y la longitud del buje de deslizamiento.

Gracias al plan de negocios se tiene una visión más realista del funcionamiento de la empresa y de sus posibles consumidores y competidores, pero a su vez del producto y servicio que se comercializará; es decir fundar las bases para una empresa sólida y coherente con el medio en el que se desenvolverá.

9. RECOMENDACIONES

Al iniciar el proceso del Proyecto de Grado se debe tener en cuenta las magnitudes de los objetivos y el alcance propuesto evitando así realizar más actividades de las que en verdad se pueden desarrollar.

Al realizar diseños de forma teórica (cálculos ingenieriles), se debe verificar con los métodos y herramientas de producción disponibles en el medio antes de dar vía libre a la producción.

Aspectos a desarrollar en el futuro:

- Continuar con la realizar nuevas alternativas para minimizar costos, espacio y mejorar el funcionamiento de algunos de los sistemas.
- Realizar el producto en su totalidad (incluyendo estructura y cabezal) y a partir de éste generar las diferentes mejoras.
- Investigación de aceptación del producto, para evaluar la aprobación por parte de los consumidores finales, luego de que la máquina sea realizada en su totalidad, preferiblemente realizarlo a las empresas que ya fueron encuestadas.
- Mejorar el diseño de la carcasa, realizando más alternativas de diseño.
- En el proceso de construcción de la máquina se debe programar el controlador y diseñar una interfase más amigable para el usuario con el fin de verificar que la elección de Mach III si es la adecuada.

BIBLIOGRAFÍA

(Escalona@, 2006)

ESCALONA, Iván. Manufactura por computador Consultado en Abril 2006, en: www.monografias.com/trabajos14/manufaccomput/manufaccomput.shtml
(Norton, 2006)

Robert L. Norton (1997) Diseño de maquinas. Primera edición.

Departamento Nacional de Planeación. Pulpa papel e industria gráfica. Consultado en Abril 2006, en www.dnp.gov.co/archivos/documentos/DDE_Desarrollo_Emp_Industria/Imprenta.pdf

INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO TRABAJANDO POR LA ADAPTACIÓN DE LAS PERSONAS DISCAPACITADAS

AUTORAS

CAROLINA GÓMEZ GONZÁLEZ
cgomezgo@eafit.edu.co

EDITH BARRERA BERMÚDEZ
edith.barrera@gmail.com

CATALINA ARANGO RUIZ
catalinaa@gmail.com

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING
& INDUSTRIAL DESIGN

RESUMEN

Los conocimientos adquiridos en el pregrado Ingeniería de Diseño de Producto, permiten contribuir a la integración de las personas con discapacidad en las manos a la sociedad, promoviendo su adaptación con independencia a actividades que les proporcionen una mejor calidad de vida, por medio del diseño de productos con ergonomía especial.

Con este objetivo se realizó un proyecto de grado, en el que se diseñaron tres productos para mesa y cocina especiales para discapacitados, y se elaboró un plan de negocios para determinar la viabilidad de la empresa.

PALABRAS CLAVE:

Discapacitados, Ingeniería de Diseño, Ergonomía Espacial.

INTRODUCCIÓN

Sofía* sale para su trabajo todos los días a las 6:00 AM, trabaja atendiendo en una veterinaria; pone inyecciones, vende productos, está en contacto con clientes. Desde hace varios años padece artritis reumatoide, una enfermedad que ha degenerado las articulaciones de las rodillas, codos, los pies y las manos. Esto le impide caminar sin la ayuda de un bastón y ha limitado los movimientos de sus manos que le permitían manipular de una forma adecuada diferentes objetos. Esto no le ha impedido a Sofía, de 38 años, continuar con su trabajo y con sus actividades de ama de casa y madre de cuatro hijos, que realiza al regresar de su jornada laboral, e incluyen asear, cocinar, y lavar sin ayuda de lavadora. Cada vez Sofía siente que estas labores se le dificultan más por su enfermedad.

Amalia* es jubilada, vive sola en su apartamento, realiza todas las actividades de su casa como asear, lavar, planchar y cocinar. La artritis que padece, cada vez le impide realizar más movimientos con sus manos. Se ha quemado varias veces al dejar caer las ollas con las que cocina. Es frecuente que busque ayuda del portero o de un vecino para abrir frascos, latas, o la pipeta del gas.

Jorge* también padece una discapacidad a causa de una enfermedad en las articulaciones. Cada vez se le dificulta más manipular objetos y caminar con libertad. Durante el día trabaja en un negocio de arepas de su hermano. Hace un tiempo perdió su trabajo, y por su enfermedad ha perdido la esperanza de conseguir uno nuevo, porque cree que va a ser discriminado por su discapacidad.

Estas son solo algunas historias de las muchas que se conocieron en FUNPAR, una fundación para pacientes con artritis, ubicada en Medellín y que agrupa aproximadamente 750 pacientes que padecen diferentes enfermedades articulares. Ellos acuden a la fundación buscando apoyo, atención y una fuerza que los hace sentir que hay más personas que padecen los mismos problemas de salud y que lentamente van combatiendo su enfermedad.

La artritis es una enfermedad más común que lo que se cree. Estadísticas de España, Estados Unidos y Colombia coinciden en que el 30% de las personas padecen enfermedades articulares. De esta población, el 10% está discapacitado a causa de la enfermedad.

Más del 30% de las personas que padecen artritis, y están en edad de trabajar (18-64 años) no pueden laborar o dedicarse a su actividad habitual a causa de la enfermedad, quedando de esta manera familias enteras desamparadas por causa de incapacidad o por destinar sus recursos a los cuidados y rehabilitación de la persona incapacitada.

Las enfermedades reumáticas son muy frecuentes y afectan primordialmente a la población en la etapa productiva de su vida, generando un alto costo económico y social para el enfermo, la familia y el país.

Son miles de personas (172.000 en Antioquia) que por causa de la enfermedad deben depender de la asistencia y ayuda de otras personas para realizar actividades cotidianas, por la falta de productos con un diseño especial que les permita adaptarse al medio de acuerdo a sus necesidades.

A través de la historia, por barreras mentales y físicas, se han creado mundos separados para personas con y sin discapacidades. Es aquí cuando el Ingeniero de Diseño de Producto adquiere una responsabilidad importante en la sociedad; porque está en capacidad de contribuir desde la ingeniería y el diseño a la integración de las personas con discapacidad en las manos a la sociedad, promoviendo la adaptación con independencia y cierta libertad a actividades que les proporcionen una mejor calidad de vida, por medio del diseño de productos con una ergonomía especial.

Esta fue la principal motivación para desarrollar este proyecto de grado: contribuir a la integración de las personas con y sin discapacidades por medio de productos, que les faciliten una adaptación al medio con independencia y seguridad.

1. DESARROLLO DEL PROYECTO

El primer paso, fue la realización de una investigación de mercados, en los que se buscaron empresas que hacen parte de la competencia, cuales eran las necesidades, deseos y situaciones que las personas presentan diariamente con relación a productos cotidianos. Quienes serían los usuarios, posibles canales de distribución, precios de venta, etc.

Gracias a esta etapa del proyecto se estableció contacto con la fundación FUNPAR, quienes fueron un gran apoyo en la realización de diferentes sesiones de grupo, pruebas

de usuario y de concepto, entrevistas. Se estableció relación con personas que al igual que Sofía, Amalia y Jorge, deben sobrellevar diariamente una enfermedad que se hace más amarga porque los productos que deben usar para su aseo personal, de la casa, para cocinar, comer, no les ofrecen comodidad, seguridad, y no se adaptan a una condición médica especial que va degenerando progresivamente sus articulaciones.

Productos “críticos” son muchos, por no decir todos. Hay unos que causan dolor, otros incomodidad, otros riesgos, como regarse líquidos calientes, quemaduras, cortadas. Es una población tan desatendida hasta el momento que, como Ingenieros de Diseño, cada situación se convierte en oportunidad de solución y fue así como se fue seleccionando el portafolio de productos de este proyecto de grado.

Al realizar una investigación en centros de rehabilitación física y distribuidores de aparatos y ayudas ortopédicas, se encontró que en Medellín no es posible conseguir objetos de uso diario para personas con limitaciones, discapacidades o de edad avanzada.

En el mercado colombiano no se diseñan ni se fabrican productos especiales para personas que padecen estas enfermedades. Actualmente, hay pocas posibilidades de adquirir este tipo de productos. Puede ser a través de Internet o personalmente en otros países como Estados Unidos. El precio de venta de los productos importados es muy elevado; y esto hace, que el mercado sea exclusivo para personas que pertenecen a estratos socio-económicos altos.

Colombia en comparación con otros países, presenta menos desarrollo en productos para personas con discapacidades físicas y mentales, pero la globalización ha ido introduciendo cambios culturales que llevan a un aumento en la preocupación por solucionar algunas necesidades de las personas discapacitadas en espacios públicos. Con el diseño de esta línea de productos, se está facilitando la vida de las personas que por causa de su discapacidad deben depender de la atención de otros para realizar actividades cotidianas como comer, lavar, cocinar, por no disponer de los productos adecuados que les permitan una adaptación al medio con independencia.

Aunque se tenían muchas propuestas de productos para ser desarrollados, se seleccionaron los siguientes porque

según información suministrada en sesiones de grupo, son productos “críticos” para los usuarios:

Utensilios para lavar loza: Esta actividad representa muchos problemas para los usuarios. Es difícil sostener los platos, moldes y ollas con una mano y enjabonar con la otra. Los movimientos repetitivos para brillar ollas son muy dolorosos; la loza se resbala por la pérdida de fuerza al estar mojada.

Todos los usuarios usan esponjas o estropajos disponibles en el mercado.

Pocillos o mugs: Las personas con alto grado de deformación, cuando van a sostener un vaso o un pocillo, lo hacen con las palmas de las manos y los dedos estirados. Este método impide que tengan que doblar los dedos, evitando movimientos dolorosos, pero como no se genera un agarre, es muy probable que se le resbale. Además, si están tomando líquidos calientes como un chocolate o café, toda la palma de la mano queda en contacto con la superficie del recipiente y el riesgo de quemarse es casi inminente.

Por lo general usan pocillos pequeños, para poder reducir el peso que tienen los mugs (generalmente de cerámica), pero esto implica reducir el tamaño de la porción que les gustaría tomar.

Cubiertos: Uno de los productos “problema” son los cubiertos. Así haya diferentes diseños, todos tienen mangos delgados.

Como los pacientes no pueden tener un arco de movilidad cerrado (dedos flexionados) no pueden tener control de los cubiertos. Estos no se adaptan a la superficie de las manos, haciendo que giren sobre su propio eje impidiendo cortar con el cuchillo, o tener dominio del tenedor.

Las personas cuando tienen un alto grado de discapacidad, no se sienten capaces de cortar alimentos duros y que requieran movimientos repetitivos como la carne. Algunas señoras dijeron que prefieren molerla o picarla desde la cocina en un procesador de alimentos para evitar usar los cubiertos.

La mayoría de las personas, expresaron que se sentían avergonzados de tener que cortar alimentos en público, y que otras personas les tuvieran que ayudar.

2. PROCESO DE DISEÑO

Con la definición de especificaciones de diseño, comienza la etapa de desarrollo de los productos. Esta reúne varias competencias de la Ingeniería de Diseño, al integrar campos de conocimiento como mercadeo, diseño con referentes formales, diseño para manufactura y ensamble, conocimientos en ingeniería, empresarismo, entre otros, en el desarrollo de varios productos con un fin social, con los que se busca la adaptación de las personas con limitaciones o discapacidades a actividades cotidianas.

Estos son los productos que se llevaron a cabo hasta llegar a una fase de prototipos, para la realización de pruebas de usuario:

Producto para lavar loza:

FIGURA 5
Prototipo del utensilio para lavar loza



Compuesto por un mango con un diseño ergonómico que permite un agarre confortable para el usuario, y una esponja.

Tiene un relieve en la parte superior que actúa como apoyo para el dedo pulgar o para la comisura de la mano. Tiene una curva en la parte inferior que permite la adaptación de los dedos al mango.

El cuerpo del producto es largo y delgado, permitiendo lavar cualquier tipo de utensilio como vasos, platos, cubiertos, jarras, ollas etc.

Utiliza Velcro para fijar la esponja al cuerpo. Su ensamble no requiere movimientos de las manos considerados como

dolorosos por los usuarios. Tiene una buena resistencia al contacto con el agua y el jabón.

FIGURA 6
Esponja



FIGURA 7
Prototipo del Mug



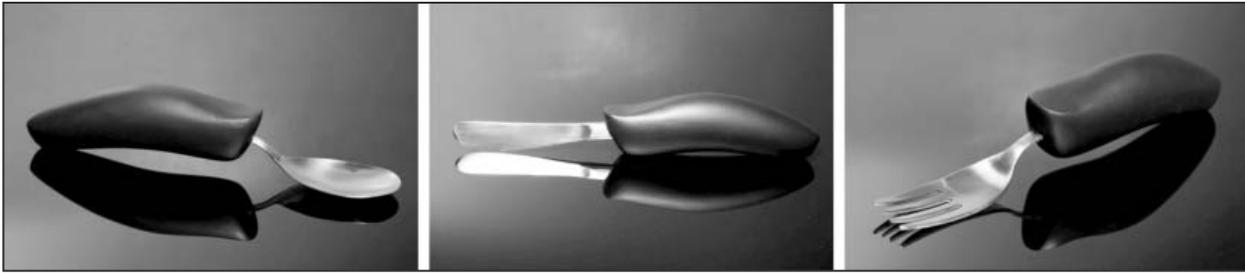
Sus orejas, permiten tres tipos de agarre, adaptándose a diferentes niveles de discapacidad: presión digital palmar (agarre de las dos orejas), presión palmar (sujeción del recipiente con las palmas de la mano), o mixto (con una mano agarra una oreja y con la otra sujeta el recipiente con la palma)

Tiene un forro en un elastómero que recubre la parte externa del recipiente, aislando la temperatura para evitar quemaduras en el usuario. Su textura de caucho tiene un efecto antideslizante.

Todos los materiales están aprobados por la DFA (Food and Drug Administration), como materiales que pueden estar en contacto con alimentos sin resultar tóxicos para las personas que los utilicen.

Mango adaptable a cubiertos:

FIGURA 8
Prototipos de los mangos adaptables a cubiertos



Mango con forma orgánica que permite un agarre cómodo y confortable. Se adapta a cualquier cubierto que el usuario tenga en su casa.

El material es un elastómero suave al tacto, que permite un agarre confortable con un efecto antideslizante. Es especial para ser llevado a diferentes lugares como restaurantes y adaptarlo a los cubiertos disponibles en el lugar.

3. DE REGRESO A LA FUNDACIÓN

FIGURA 9
Pruebas de usuario



Durante todo el proceso hubo un acompañamiento continuo por personas pertenecientes a la fundación quienes dieron sus opiniones sobre forma, comodidad, función, y otros aspectos importantes de los productos. Una vez definidos, se evaluaron los prototipos en las sesiones de prueba de usuario y de concepto. Estos generaron un impacto muy positivo en los asistentes, quienes quedaron gratamente impresionados, fue una sorpresa encontrar en los prototipos soluciones a

las dificultades que ellos mismos habían planteado en las primeras sesiones.

En las sesiones se percibió admiración por los productos, y un inmenso agradecimiento con el equipo de trabajo por estar prestándole atención a un sector tan desprotegido. Se evidenció respaldo a los productos, interés de colaborar en etapas posteriores del proyecto y agradecimientos.

CONCLUSIONES

Este es solo una pequeña solución que se le ofrecerá a personas como Sofía, Amalia o Jorge, quienes ahora podrán manipular de una forma más cómoda y segura algunos productos cotidianos.

El futuro de este proyecto de grado es el inicio de una empresa que diseñe, desarrolle y comercialice un amplio portafolio para personas que padecen enfermedades que degeneran las articulaciones.

PRINCIPAL ENSEÑANZA DE ESTE PROYECTO

El 30% de la población padece enfermedades articulares, y de estos, el 10% está discapacitado a causa de la enfermedad.

¿Y que pasa cuando cada número se convierte en un nombre, y al conocerlos adquieren características únicas?

Como Ingenieros de diseño se adquiere una responsabilidad que está por encima de la entrega de un proyecto de grado, es un compromiso que se toma con cada una de las personas que colaboró en cada etapa de la investigación de mercados, que dijo "Dios se los pague" o "que Dios las ilumine en el camino", esperanzados en los productos, esa es la principal motivación que se tiene para impulsar esta empresa.

* Los nombres de las personas han sido cambiados para proteger su privacidad.

BIBLIOGRAFÍA

ANAYA, Juan-Manuel y RAMÍREZ Luis Alberto. (2004) *Artritis Reumatoide*. 2 ed. Bogotá: Editora Médica Colombiana S.A; p 1-28.

----- y GONZÁLEZ, Hermann. Manual práctico para personas con artritis. Medellín: Corporación para investigaciones biológicas; 1999. 135 p.

----- . Genes y artritis reumatoidea. [artículo de internet] <http://www.encolombia.com/reumatologia6399genes.htm> [Consulta: Febrero 17 de 2005]

Artritis y enfermedades reumáticas panorama actual. http://mx.geocities.com/reumatologo_mty/panorama.html [Consulta: Febrero 18 de 2005]

CRONEY, John. Antropometría para diseñadores. Barcelona: Editorial Gustavo Gili; 1978. 172 p.

CENTRO DE ARTRITIS Y OSTEOPOROSIS (Barranquilla Colombia). <http://members.tripod.com/~C8721390/CAO.html> [Consulta: Marzo 10 de 2005]

THE CENTER OF UNIVERSAL DESIGN. www.design.ncsu.edu/cud [Consulta: Marzo 20 de 2006]

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN PROTOTIPO DE UN DESFIBRILADOR AUTOMÁTICO EXTERNO (DAE) ORIENTADO A DEFIBRILACIÓN DE ACCESO PÚBLICO EN EL CONTEXTO COLOMBIANO

AUTORES

ANA MARÍA MEJÍA CARVAJAL
ANDRÉS MAURICIO GUARÍN MONTOYA

ASESOR

SANTIAGO ALBERTO CORREA VÉLEZ

ÁREA DE ESTUDIO

MECHANICAL ENGINEERING
& INDUSTRIAL DESIGN

RESUMEN

Este proyecto hace parte de una serie de productos biomédicos que fueron identificados por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) como equipos de alto potencial en el mercado colombiano, buscando fortalecer el clúster de servicios médicos de Antioquia.

Para el desarrollo del Desfibrilador Automático Externo de acceso público se conformó un grupo interdisciplinario de investigadores, quienes determinaron las características y los requerimientos necesarios desde el punto de vista electrónico, médico, ergonómico y comercial, para lograr un equipo competitivo frente a la oferta actual y satisfaciendo las necesidades del mercado colombiano.

En este artículo se hace un breve repaso de las etapas transcurridas en el proceso de diseño del equipo, enfocándose en aquellas a cargo de los ingenieros de diseño de producto, comprendiendo las fases de investigación, diseño conceptual, diseño de detalle, prototipaje y pruebas de usuario, finalizando con conclusiones generales sobre el desarrollo del proyecto.

PALABRAS CLAVE

Desfibrilador automático externo, especificaciones de diseño, diseño conceptual, mood board, prototipaje, electrodo.

INTRODUCCIÓN

El Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia (CTA) a través de su incubadora de equipos biomédicos ha identificado algunas necesidades de equipos en el medio local que pueden ser desarrollados a nivel regional y de esta manera fortalecer el cluster de la salud en Antioquia. Una de estas necesidades son los desfibriladores cardiacos, para lo cual se conformo un equipo de diseño interdisciplinario conformado por investigadores de la Universidad EAFIT, la Universidad Pontificia Bolivariana y la Escuela de Ingeniería de Antioquia.

El interés en el desarrollo de estos equipos radica principalmente en los elevados costos de los desfibriladores importados y los altos índices de mortalidad a nivel mundial generados por enfermedades cardiacas, que ocupan el primer lugar en los países industrializados y el segundo en Colombia, después de la muerte violenta (OMG, 2002).

La investigación llevada a cabo por los estudiantes de la universidad EAFIT, sirvió como punto de partida para la conformación de la línea de productos biomédicos del semillero Herramientas de Cálculo y Simulación en Ingeniería de Diseño (HECAS-ID), el cual con su participación en diferentes eventos ha dado a conocer el proyecto como una innovación tecnológica en el medio colombiano.

Este artículo abarca el proceso de diseño de un Desfibrilador Automático Externo (DAE) según el trabajo realizado por los estudiantes de Ingeniería de diseño de producto dentro del equipo de trabajo.

ANTECEDENTES

Un Desfibrilador Automático Externo (DAE) es un equipo que analiza el ritmo cardíaco del paciente y de forma automática establece si es recomendable o no suministrar una descarga eléctrica para tratar una arritmia cardíaca. Estos equipos se caracterizan también, por ser equipos portátiles y guiar al operador paso a paso durante el procedimiento por medio de instrucciones de voz y ayudas visuales.

Según una investigación realizada por el equipo de trabajo, se encontró que en el ámbito local existe una baja disponibilidad de equipos DAE, debido principalmente a que la tecnología es poco conocida en Colombia y a los costos de la oferta en el

mercado los cuales varían, según sus características, entre US\$ 1.200 y US\$ 4.000 más impuestos y aranceles.

Los equipos DAE han tomado gran importancia en el campo de la atención de emergencias debido al incremento de las enfermedades cardiacas en los últimos años, las cuales ocupan el primer lugar en los países industrializados y el segundo en Colombia después de la muerte violenta, y al hecho de facilitar la atención de estos eventos en el lugar y en el momento en que ocurren. Esto se traduce en una disminución en el tiempo de respuesta y aumenta las posibilidades de supervivencia del paciente, puesto que las probabilidades de vida disminuyen un 10% por cada minuto transcurrido (AHA, 2001, p.1), presentándose una muerte cerebral irreversible en el paciente luego de transcurridos 10 minutos del evento. En consecuencia, muchos países han implementado leyes que exigen la disponibilidad de DAE's en ciertos lugares públicos donde se presente un alto flujo de personas o que se identifiquen como lugares de alto riesgo, lo cual se conoce como programas de desfibrilación de acceso público. Un ejemplo de esto es la disponibilidad de equipos DAE en aeropuertos, centros comerciales, centros deportivos, entre otros.

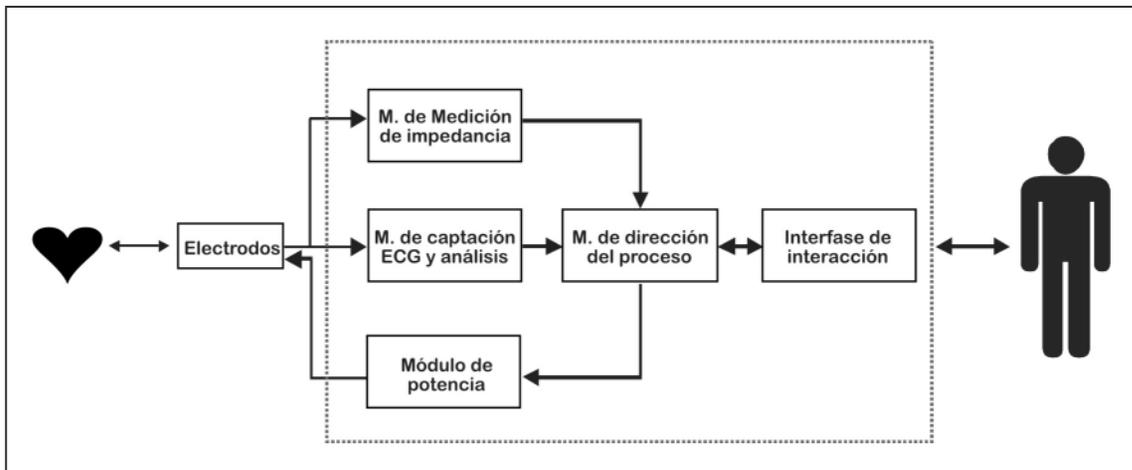
PROCESO DE DISEÑO

El esquema general de la metodología propuesta para el desarrollo del proyecto, se basó en el modelo de Pahl y Beitz (Cross, 2001, p.29-42), el cual fue modificado según las necesidades y los alcances específicos del producto. Esta metodología comprende una fase inicial de investigación y análisis en la cual se estudiaron los diferentes productos en el mercado, las características del usuario y de los posibles contextos de uso, la normatividad vigente para el desarrollo de este tipo de equipos y los protocolos médicos establecidos para la realización de los procedimientos de desfibrilación. La etapa de investigación y análisis concluyó con la formulación de las especificaciones de diseño de producto desde el punto de vista electrónico, médico, ergonómico y comercial, para lograr un equipo competitivo frente a la oferta actual y satisfaciendo las necesidades del mercado colombiano.

El diseño del producto comenzó con una etapa de diseño conceptual en la cual se buscó abordar el problema de diseño en forma esquemática, lo cual, además de ser importante como herramienta de diseño ayuda a garantizar una visión

común del producto a desarrollar para todos los integrantes del equipo de trabajo, de tal manera que todos los esfuerzos estén encaminados hacia un mismo objetivo. En esta se definieron los diferentes módulos que lo componen, los módulos identificados se agruparon mediante un diagrama de bloques (ver Figura 1) de tal manera que se facilitara la percepción de las interrelaciones entre los subsistemas.

FIGURA 1
Diagrama de bloques del producto



Fuente: Elaboración propia

Una vez defina la estructura y la secuencia de funcionamiento del producto, se trabajó paralelamente el desarrollo de la interfase de interacción y el diseño electrónico. El desarrollo de la interfase se realizó teniendo en cuenta las especificaciones de diseño y empleando la técnica de los Mood Boards, a partir de la cual se exploraron diferentes geometrías, materiales, colores y procedimientos de interacción. Como parte del proceso, se discutieron y evaluaron de forma grupal cada una de las alternativas desarrolladas, concluyendo en la generación de un concepto optimizado, en el cual además se tuvo en cuenta la experiencia de interacción de una muestra de usuarios con modelos de prueba que permitieron simular el proceso de desfibrilación con un equipo DAE.

La siguiente fase en el proceso de diseño integró el desarrollo electrónico y la interfase desarrollada en forma de un producto viable desde el punto de vista de la manufactura, por medio del diseño de detalle en el cual se definieron sistemas de ensamble, procesos de producción y materiales de fabricación. Esta fase concluyó con la generación de los diferentes documentos técnicos necesarios para la fabricación de un prototipo.

En la fase de prototipaje fueron empleadas diferentes técnicas dependiendo de las características y complejidad de cada pieza, buscando conformar un producto de apariencia real el cual permitiera realizar pruebas con usuarios en una etapa posterior. El prototipo construido se muestra en la Figura 2.

FIGURA 2. Prototipo



Fuente: Elaboración propia

PRUEBAS DE USUARIO

Dentro de un proceso de diseño es importante verificar que las decisiones tomadas e implementadas en el producto cumplen con los requerimientos planteados en la etapa inicial. La mejor forma de corroborar esto es mediante la ejecución de pruebas en las cuales el usuario pueda interactuar con el producto como lo haría en su contexto de uso.

Por lo anterior se desarrolló un plan de pruebas con el cual se buscó evaluar el diseño partiendo de la interacción de un grupo de usuarios con un prototipo, tratando de recrear los eventos que pueden presentarse en una emergencia cardiaca en un contexto típico.

De manera complementaria al proceso de pruebas se buscó la opinión de profesionales en el área médica y de atención a emergencias para discutir el diseño con miras a conocer los puntos fuertes y débiles y proponer futuras optimizaciones.

RESULTADOS

Una vez realizadas las pruebas se formularon diferentes conclusiones, partiendo de la observación realizada, las encuestas realizadas a los usuarios y las opiniones de los profesionales consultados. Los principales puntos encontrados fueron los siguientes:

- Se debe revisar muy bien los tiempos entre los mensajes para garantizar un proceso de interacción más fluido y no perder segundos valiosos, ya que se encontraron intervalos de tiempo muy prolongados entre algunas instrucciones de voz.
- Durante la prueba se observó que muchos usuarios se adelantaban a las instrucciones de voz dadas por el equipo.
- Durante las pruebas realizadas se observó que el cable de los electrodos obstruye la visibilidad de los indicadores y controles del equipo.
- Todos los usuarios que realizaron la prueba identificaron correctamente la función de cada uno de los botones del equipo.
- Las ayudas gráficas empleadas para la ubicación de los electrodos, fueron un punto positivo destacado por los

usuarios, ya que garantizó una correcta ubicación en todos los casos.

- Se observó que los usuarios interactúan inmediatamente con el equipo sin realizar un reconocimiento previo de las partes y los comandos.
- La iluminación del botón de descarga al momento de su activación constituye un elemento importante al momento de la interacción ya que capta la atención del usuario y resalta su ubicación.
- En términos generales los usuarios reconocen el proceso de interacción como un proceso sencillo, con instrucciones claras y suficientes tanto de audio como gráficas.
- Estéticamente el producto es reconocido por los usuarios encuestados como un producto atractivo.
- A nivel ergonómico el equipo cuenta con un sistema de transporte eficiente, que permite que sea llevado de forma fácil y segura al lugar de la emergencia.

CONCLUSIONES

Para establecer los requerimientos necesarios para el desarrollo de un equipo biomédico, es indispensable realizar un estudio previo donde se analicen las necesidades del mercado al cual se dirige el producto, la normatividad vigente, la competencia en el mercado, el contexto en el que se desempeñará, las consideraciones clínicas y los protocolos médicos vigentes.

- En la investigación realizada se encontró que en el mercado colombiano existe la necesidad de desfibriladores automáticos externos, la cual no se satisface debido principalmente a los costos de los equipos que se ofrecen actualmente. La incapacidad económica actual del mercado colombiano, es una de las principales barreras a vencer para la implementación de normas que reglamenten la disponibilidad de estos equipos en lugares públicos.
- La variedad de alternativas desarrolladas en el proceso de diseño y la metodología empleada para su evaluación, permitieron conformar un diseño que reúne las fortalezas de los diferentes conceptos contemplados en el proceso.
- La metodología empleada para la generación de conceptos y su verificación mediante el desarrollo de pruebas con usuarios, fue fundamental para el diseño de una interfase

de interacción que garantice el éxito del procedimiento realizado por un usuario sin conocimientos médicos avanzados durante una emergencia cardíaca.

- Los procesos de manufactura seleccionados para la fabricación del producto, el número de partes y los mecanismos de ensamble empleados en el diseño, contribuyen a minimizar los costos de producción lo cual es indispensable incursionar en el mercado colombiano y competir con otros equipos DAE que se ofrecen actualmente.
- En el procedimiento de desfibrilación es indispensable que el operador del equipo reciba una capacitación previa, pues existen operaciones importantes que complementan el proceso, como la reanimación cardiopulmonar y la detección de signos vitales. Sin embargo, aunque se recomienda un entrenamiento previo, el diseño del equipo es lo suficientemente simple y claro para garantizar el éxito del procedimiento.
- En proyectos de alta complejidad, como es el caso del diseño de un desfibrilador automático, es indispensable la integración de diferentes áreas del conocimiento. En este proyecto, la formación de los Ingenieros de Diseño de Producto, contribuyó a la integración de las diferentes áreas involucradas, facilitando el trabajo en equipo mediante el manejo de diferentes herramientas comunicativas.

BIBLIOGRAFÍA

American Heart Association. Placing AED's: Where and how many? [Publicación digital]. 2001 p.1. Disponible en <http://www.americanheart.org/presenter.jhtml?identifier=3024942>. [Consulta 1 de marzo de 2006].

CROSS N. Métodos de Diseño: Estrategias para el diseño de productos. México: Limusa, S.A; 1999.

Organización Mundial de la Salud. Death and DALY estimates by cause – 2002. [Artículo en Internet]. Disponible en <http://www.who.int/healthinfo/statistics/bodgbddeathdalyestimates.xls>. [Consulta 15 de Marzo de 2006].

**DISEÑO DE
UN PUESTO DE
PAGO MODULAR Y
PARAMÉTRICO E
IMPLEMENTACIÓN
DE UNA
METODOLOGÍA
PARA LA CREACIÓN
DE LIBRERÍAS
PERSONALIZADAS
EN UNA
PLATAFORMA CAD
APLICADO A
LA EMPRESA
DEMETÁLICOS S.A.**

AUTORES

ANA LUCÍA ZULUAGA V.
Ingeniera de Diseño de
Productos Universidad EAFIT - 2005

CATALINA ROJAS M.
Ingeniera de Diseño de
Productos Universidad EAFIT - 2005

ASESOR

CARLOS A. RODRÍGUEZ A.

RESUMEN

El presente artículo resume el contenido del proyecto de grado titulado *Diseño de un puesto de pago modular y paramétrico e implementación de una metodología para la creación de librerías personalizadas en una plataforma CAD aplicado a la empresa DEMETÁLICOS S.A.*, presentado al Departamento de Ingeniería de Diseño de Productos de la Universidad EAFIT para optar por el título profesional que éste otorga.

La realización del proyecto se llevó a cabo en 2 etapas; la primera de ellas es el proceso de diseño del puesto de pago, la cual incluye principalmente la investigación de mercados, el diseño conceptual, PDS, generación de alternativas, la modelación 3D y construcción del prototipo de la propuesta definitiva. En la segunda etapa se realizó la investigación de la metodología para crear librerías personalizadas y parametrización de ensambles en SolidWorks 2005 y su implementación con Visual Basic.

PALABRAS CLAVES

Parametrización de Ensamblés
Macro
Librería Personalizada
Solidworks

INTRODUCCION

Dentro de un mercado cada vez más creciente y exigente, el diseño de productos se convierte en un aspecto esencial para la competitividad de las empresas. El profesional en Ingeniería de Diseño de Productos asume el reto de enfrentarse a estos mercados con la importante TÁREA de estar muy atento a las necesidades cambiantes de los clientes y satisfacerlas llevando a cabo una planeación que abarque estrategias como el desarrollo de productos innovadores.

Con este contexto, los Ingenieros de Diseño de Producto, y los que aspiran a serlo, deben aumentar su fortaleza competitiva por medio de la adaptación de tendencias crecientes como la Investigación y Desarrollo en su campo profesional. Esto puede garantizar que sus conocimientos profesionales sean complementados con resultados de auto-aprendizaje y así lograr competencia, desempeño y conocimiento aplicado.

Con la realización del proyecto de grado, sus autoras han implementado la estrategia del auto-aprendizaje, complementando los conocimientos obtenidos en la línea de énfasis *modelación*. Se ha investigado la manera de crear una librería personalizada en una plataforma CAD con el objetivo de reducir los tiempos de modelación 3D.

Existe actualmente la tendencia a adquirir productos que se adapten a espacios versátiles, permitiendo al consumidor ajustarlos a sus necesidades e intereses particulares en cuanto a formas y tamaños. Un concepto que permite lograr esta "*personalización del producto*" es el de la modularidad y parametrización dado que, por ejemplo en el caso de mobiliario, permite al usuario adquirir productos a la medida de acuerdo a sus necesidades.

En este artículo se desarrollarán éstos y otros conceptos, por medio de la descripción del proceso de diseño de un puesto de pago modular y paramétrico, el cual se usó como medio para implementar una metodología de creación de librerías personalizadas y parametrización de ensambles en una plataforma CAD para la empresa DEMETÁLICOS S.A.

1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Entre las diferentes líneas de productos que fabrica DEMETÁLICOS S.A. el puesto de pago muestra ser uno de los

muebles que más solicitud de modificaciones dimensionales tiene por parte del cliente, por lo que ha sido seleccionado para ser diseñado, convirtiéndose de esta manera en el producto apropiado para aplicarle la parametrización de ensambles y las demás aplicaciones que se desarrollaron. A continuación se presenta una descripción de los problemas que se buscan solucionar.

Librería personalizada

Hace algún tiempo DEMETÁLICOS S.A. incluyó en su portafolio de servicios la posibilidad de brindarles a sus clientes propuestas de distribución para sus almacenes con los productos de la empresa. Por medio de modelaciones tridimensionales elaboradas en una plataforma CAD, el diseñador le presenta al cliente una ilustración de cómo sería la distribución de sus exhibidores, puestos de pago y demás productos dentro del espacio que tiene destinado para ello.

El procedimiento actual que se sigue para prestar este servicio inicia cuando el cliente entrega los planos de su almacén y el requerimiento de los muebles que desea ubicar en él. Con esta información el diseñador de la empresa hace una modelación del espacio con los elementos que el cliente ha pedido.

Se busca, por lo tanto, darle solución a algunos problemas de la empresa relacionados con el servicio de distribución tridimensional. Éstos pueden ser resumidos en:

- El diseñador debe atender a los requerimientos de distribución además de desarrollar nuevos productos para la empresa. Por lo tanto, es de gran importancia implementar estrategias para lograr un buen aprovechamiento del tiempo y así, una mayor eficiencia en el trabajo.
- Para insertar las modelaciones de los productos debe acceder varias veces al disco duro para buscar la ubicación de archivos y carpetas. Esto se convierte en tiempo muerto que podría ser aprovechado en TÁREAs productivas.

Con el proyecto se busca dar solución a estos problemas, por medio del desarrollo de una librería personalizada en una plataforma CAD.

Parametrización

DEMETÁLICOS S.A. se ha caracterizado por desarrollar productos a la medida. Para lograr ésto, el diseñador de

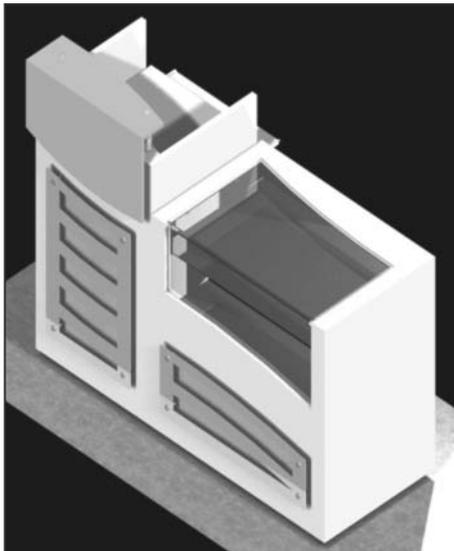
la empresa debe centrar su atención en cada uno de los requerimientos y realizar los cambios pertinentes a cada una de las partes del producto, tanto en la modelación, extracción de planos y elaboración de listas de materiales.

Entre los objetivos específicos se encuentra el de dar respuesta a estas necesidades de productos a la medida, por medio de la investigación y desarrollo de diseños paramétricos.

DISEÑO DEL PUESTO DE PAGO

Por medio de un proceso de diseño aplicado se desarrolló una propuesta de diseño definitiva de un puesto de pago para la empresa. El proceso incluyó una investigación de mercados, elaboración de las especificaciones de diseño de producto (PDS), generación de alternativas y la evaluación de éstas para obtener un diseño final.

DISEÑO FINAL



DESCRIPCION DEL PRODUCTO

Puesto de pago para puntos de venta y atención al cliente. Está compuesto por tres módulos físicos funcionales:

Módulo de cómputo: está diseñado como sitio de trabajo donde se realizan las transacciones comerciales entre el cliente y el vendedor. Cuenta con las especificaciones adecuadas para ubicar en él un sistema de cómputo que incluye monitor, CPU, teclado y mouse. Incluye también una barra de atención o superficie de apoyo para los clientes.

El módulo de vitrina y bodega: está diseñado para permitir la exhibición de productos en la parte superior y para almacenar elementos de empaque, inventario de alta rotación, etc. en la parte inferior.

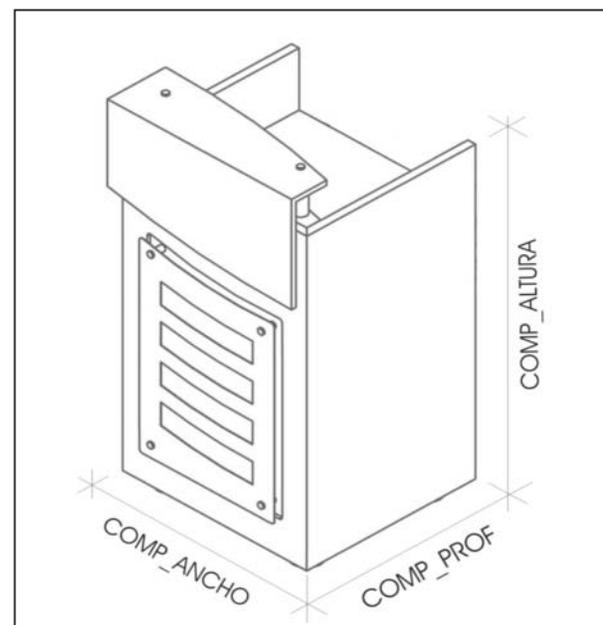
DISEÑO DE LA APLICACIÓN

Por medio de una evaluación a diferentes software de modelación, se determinó que SolidWorks mostraba ser el más adecuado para desarrollar la aplicación, además de ser una de las opciones que la empresa estaba considerando en adquirir.

PDP Max es una aplicación de automatización de diseño en SolidWorks. Esta hace posible que el diseñador de DEMETÁLICOS S.A. modele las distribuciones de los clientes con mayor rapidez, dado que tiene a la mano los elementos más solicitados. Con sólo hacer un clic se puede tener acceso a la librería de partes personalizadas, ingresar sus dimensiones e insertarlas de manera automática en la distribución

PROCEDIMIENTO PARA LA PARAMETRIZACIÓN DE ENSAMBLES

1. Modelación de cada una de sus partes del producto y definición de las relaciones de ensamble entre ellas hasta obtener la modelación final.



Cotas madre

- definir las relaciones dimensionales entre las partes a través de ecuaciones, determinando tres cotas *madre* del producto que van a dirigir al resto de las dimensiones de las demás partes por medio de un vínculo previamente establecido.
- Grabar una macro de la edición de las cotas madre para obtener los códigos en Visual Basic.

tridimensional. Asimismo se evitaría tener que modelar nuevamente estas piezas o correr el riesgo de dañar los archivos que las puedan contener.

INTERFACE CON EL USUARIO

En una de las barras de herramientas de SolidWorks se crearon cuatro botones con los que se puede acceder a las ventanas de la aplicación.

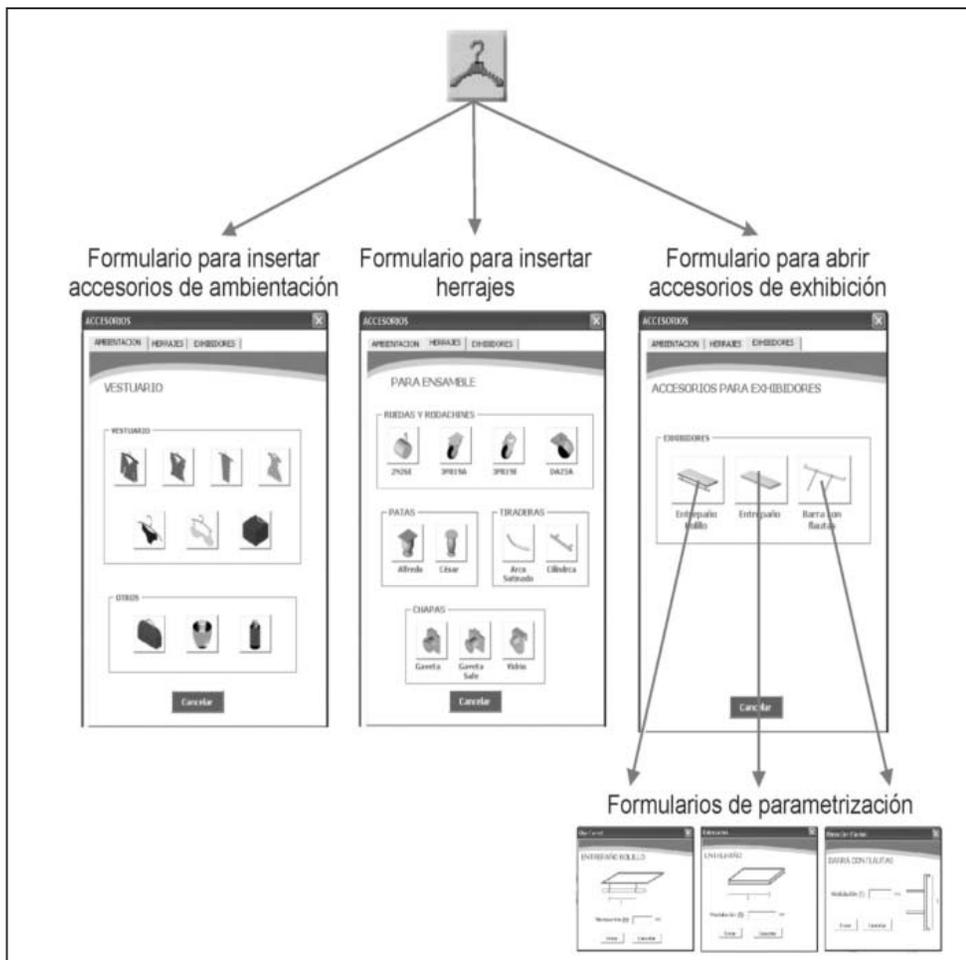


CREACIÓN DE LIBRERÍAS PERSONALIZADAS

Gran parte de las plataformas CAD que existen hoy en día, incluyen entre sus aplicaciones, una librería de partes o Tool Box, que contiene las modelaciones de partes estándar como tornillos, pernos, arandelas, etc. Una librería personalizada contiene aquellas piezas estándar de la compañía, como patas, asas y elementos de ensambles, entre otros, con el fin de facilitarle al diseñador el proceso de modelación

Botones PDP Max

El primer botón permite al usuario acceder a 3 ventanas donde están contenidos los accesorios de ambientación, exhibición y herrajes.



Estructura de la aplicación para los accesorios

El segundo botón de la aplicación abre la ventana de los sistemas de exhibición más solicitados por los clientes.

Estructura de la aplicación para los sistemas de exhibición

El tercer botón contiene los muebles de exhibición central.

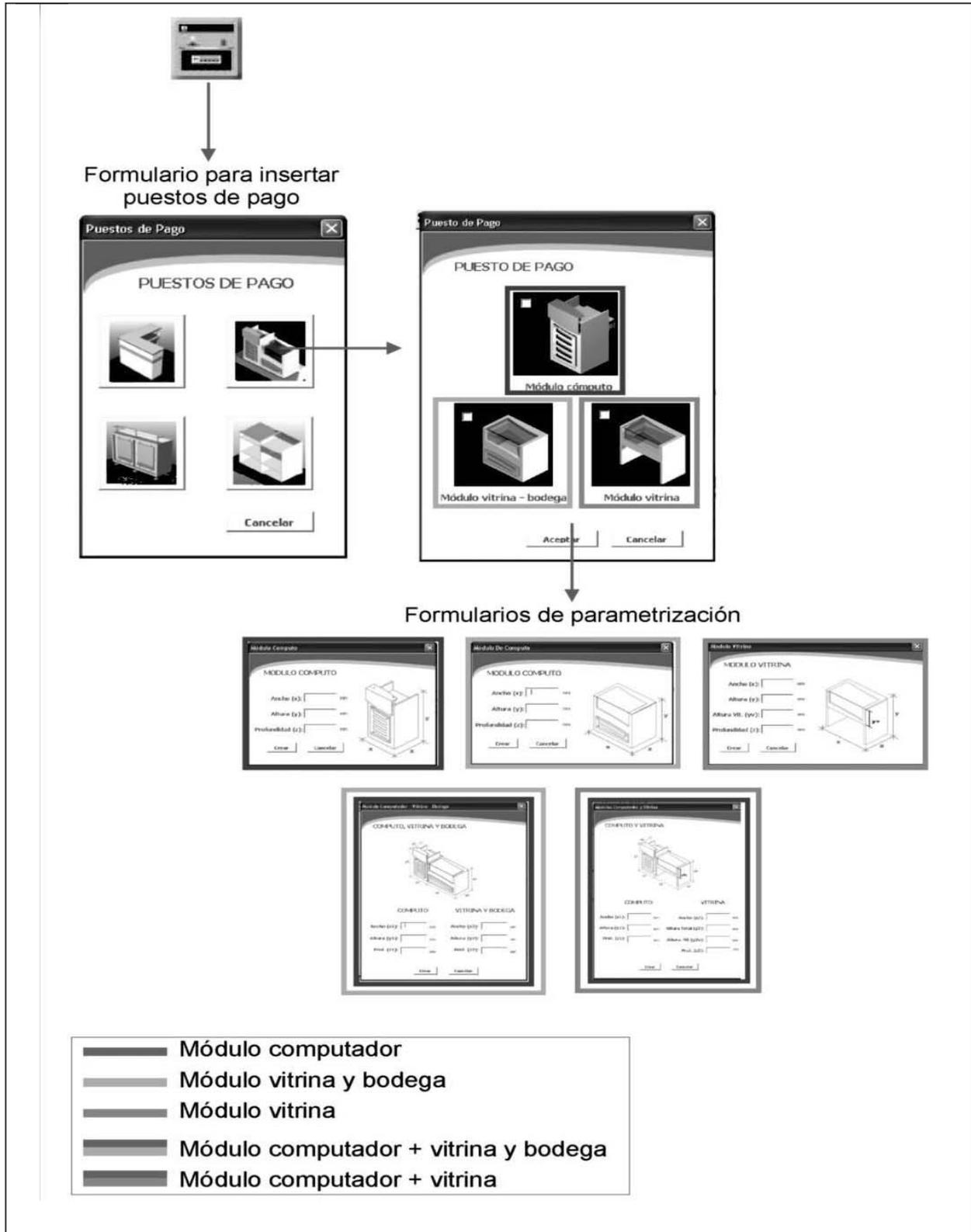


Estructura de la aplicación para muebles de exhibición central

El cuarto botón permite al usuario acceder a la librería de los puestos de pago, entre los que se encuentra el diseñado para el proyecto, con sus ventanas para la personalización del producto.



Estructura de la aplicación para puestos de pago



CONCLUSIONES

- Para aumentar su fortaleza competitiva los Ingenieros de Diseño deben implementar estrategias de adaptación a tendencias crecientes como la investigación y desarrollo en su campo profesional.
- Dentro del proceso de diseño de un nuevo producto, el estudio de mercados juega un papel muy importante, puesto que de allí se obtiene información valiosa relacionada con las necesidades de los clientes, las tendencias del mercado, comportamiento de la demanda, etc. Estos son aspectos muy importantes que marcan la pauta para iniciar con el proceso de generación de alternativas de diseño.
- Para una empresa como DEMETALICOS S.A., donde la mayoría de sus productos se fabrican a la medida, la implementación de modelos paramétricos trae grandes ventajas al proceso de diseño, gracias a que se logra una significativa reducción de tiempos en la modelación y extracción de planos.
- Por medio de las librerías personalizadas y los conceptos de modularidad y parametrización de productos, es posible brindarle a los clientes de DEMETÁLICOS S.A. un servicio más ágil y efectivo, puesto que puede presentársele la propuesta de diseño y distribución de manera inmediata.
- Gracias a la creación de la librería personalizada, se reducen en gran proporción los tiempos muertos en el trabajo del diseñador de DEMETALICOS S.A., que son generados por la búsqueda de archivos en el disco duro o la modificación de modelaciones. Esto se logra por medio del acceso directo en SolidWorks a la aplicación PDP Max, desarrollada en el proyecto, con la cual el diseñador tiene a la mano toda la información recopilada.

BIBLIOGRAFÍA

- CROSS, Nigel. Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos. México: Limusa Wiley, 1999.
- ECHVERRI, C.A. y CANO, J.M. Diseño asistido por computador de cabezales de extrusión para lámina polimérica plana. Medellín, 2002. Trabajo de grado Ingeniera de Producción). Universidad EAFIT. Facultad de Ingeniería de Producción.
- GÓMEZ VÉLEZ, María Verónica. Estrategias para el diseño y desarrollo de muebles modulares de madera. Medellín, 1995. Trabajo de grado Ingeniera de Producción). Universidad EAFIT. Facultad de Ingeniería de Producción.
- GARCÍA DE JALON, J; RODRÍGUEZ, J.I. y BRAZALEZ, A. Aprenda Visual Basic 6.0: como si estuviera en primero. San Sebastián: Universidad de Navarra, 1999
- PAHL, Gerhard y BEITZ, Wolfgang. Engineering Design: a Systematic Approach. Londres: The Design Council, 1988. p. 315-361
- TIZNADO, Marco Antonio. Visual Basic 6.0: Serie Enter Plus. Colombia: Mc Graw Hill, 2000
- PANERO, Julius y ZELNIK, Martin. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos. Mexico: Ediciones G. Gili, 1996.
- STANTON, ETZEL y WALKER. Fundamentos de Marketing. 11 ed. México: Mc Graw Hill, 2000.
- CAD Dimensions Inc. SolidWorks API Resources. (Citado en Febrero de 2005). <<http://www.cadimensions.com/apiresources.htm>>
- Centare Group Ltd. Public API Visual Basic Code Library. (Citado en Marzo de 2005). <<http://www.engineershandbook.com/Software/solidworks>>
- JONEJA et al. Manufacturing Systems and Mass Customization. (Citado en Noviembre de 2004). <<http://iesu5.ieem.ust.hk/dfaculty/ajay/courses/ieem513/MassCust/lecMC.html>>

KIKSTRA, Leonard J. Lenny's SolidWorks Resources. (Citado en Abril de 2005). <<http://webpages.charter.net/mkikstra/SWX-links.html> >

MSC Technologies, SolidWorks API Programming. (Citado en Noviembre de 2004). http://www.msctech.com/solidworks_api_programming

New Hampshire CAD. SolidWorks API Tutorials. (Citado en Abril de 2005). <<http://www.nhcad.com>>

PTC Corporation. Centro de recursos de Pro/ENGINEER Wildfire 2.0. (Citado en Abril de 2005). <http://www.ptc.com/community/proewf2/newtools/index>

RAMSDALE, Robert. Engineering Software - CAD, CAM, FEA & More. (Citado en Marzo de 2005). <<http://www.engineershandbook.com/Software/solidworks>>

SolidWorks Corporation. SolidWorks. (Citado en Marzo de 2005). <<http://www.solidworks.com/>>

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN ELEVADOR INDUSTRIAL DE CARGA PARA LA EMPRESA CODIMEC

AUTORES

CATALINA MARÍA GARCÍA SIERRA
Ingeniera de Diseño de Producto,
Universidad EAFIT.
cgarcias@eafit.edu.co

ALEJANDRO URIBE AGUIRRE
Ingeniero de Diseño de Producto,
Universidad EAFIT.
auribea1@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO

MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

RESUMEN

La ciudad de Medellín, en los últimos años, ha estado presentando un alto incremento en el crecimiento vertical del sector industrial, en donde este ha adjudicado 42.477 mt² en licencias para almacenamientos y bodegajes, desde el año 2002, hasta este momento. Debido a este incremento, se ha generado la necesidad de crear nuevos sistemas de transporte de carga, por lo que se propuso como trabajo de grado y en compañía de la empresa CODIMEC (la cual ha desarrollado elevadores de carga desde 1999), el diseño y desarrollo de un elevador industrial de carga que cumpla con los estándares internacionales para este tipo de productos y con las especificaciones requeridas por los clientes, para lograr por medio de este, una disminución en los tiempos de producción y un aumento de la eficiencia en el diseño de ascensores personalizados, para lo que se creara una línea de elevadores, presentada en un catalogo con modelaciones 3D, en el cual los clientes podrán explorar diferentes alternativas de productos, en cuanto a innovación y diseño. Este proyecto contiene alto nivel de ingeniería y diseño, ya que pretende el desarrollo total del elevador, que implica la elección de materiales, selección de procesos de manufactura, aplicaciones de metodologías de diseño, funcionalidad y estética; por lo que, como ingenieros de diseño de producto, éste representa una oportunidad de demostrar y aplicar los conocimientos y las capacidades que se han aprendido y desarrollado, en el transcurso de la carrera, al ser este un producto que requiere de alto nivel de ingeniería, que su desarrollo permite la innovación en sistemas de producción para la empresa, y la introducción al mercado de un producto altamente competitivo en cuanto a calidad, diseño y flexibilidad.

Este artículo presenta una síntesis de las etapas necesarias para la realización del proyecto y las soluciones y conclusiones a las que llevo el proyecto.

PALABRAS CLAVE

Elevador de carga, diseño, consideraciones de diseño, análisis de elementos finitos.

ABSTRACT

The city of Medellin, in the last years, has been presenting a high increment on the vertical growth of the industrial sector. This fact has adjudicated over 42.477 mt² in licenses for storage systems, since the year of 2002 until now.

Due to this growth, the need to create new cargo transportation systems has arisen; leading us to propose a new cargo elevator design as our final project in company with CODIMEC (this enterprise has developed cargo elevators since 1999). This industrial elevator must accomplish all international standards for this kind of products, following specifications required by the clients. The objective of this creation is to reduce production times and to increase efficiency in the design of customized elevators. As a result of this, it was necessary to create an elevators line, presented through catalog with 3d modeling images; allowing clients to explore different design alternatives, concerning innovation and design.

This project contains a high level of engineering and design, because it pretends to develop the entire elevator, comprising materials selection, manufacturing processes decisions, design methodologies applications, functionality and aesthetics considerations. As Product Design Engineers, this assignment provides an opportunity to demonstrate and to apply the knowledge and capacities acquired in the course of our career, presenting innovation in product systems for the company and the introduction of a high competitive product into the market, concerning quality, design and flexibility.

This article puts on view a synthesis of all the necessary stages for the development of the previously mentioned project and the different solutions and conclusions taken from it.

KEY WORDS

Cargo elevator /cargo hoist, design, design considerations, finite elements analysis.

INTRODUCCIÓN

La propuesta para el desarrollo de este proyecto de grado, es la creación de una línea de elevadores de carga, para la empresa antioqueña CODIMEC S.A., la cual lleva varios años incursionando en el mercado de elevadores de carga de forma indirecta, pero ante el incremento de los pedidos y el desarrollo del mercado, ven en la creación de una línea de ascensores de carga una fuerte oportunidad para entrar a un mercado y atender la creciente demanda; esta oportunidad requiere aplicación de conocimientos en las cuatro áreas que fundamentan la existencia de la ingeniería de diseño de productos como son el área del diseño, área de valores y cultura, el área de producción y el área de mercadeo.

Un elevador de carga, es un mecanismo de transporte que es difícil de adaptar a las diferentes aplicaciones del medio, por limitantes como el espacio y el costo, por lo que el mayor reto de entrar a competir en el mercado, es la presentación de elevadores de carga adaptables a las diferentes necesidades que ofrece el medio, teniendo en cuenta un alto grado de innovación que permita generar precios competitivos.

Para desarrollar el proyecto se utilizó la metodología propuesta por la universidad EAFIT en la materia Diseño Metódico, la cual permite cierto grado de flexibilidad, conveniente para el desarrollo de este proyecto. Esta metodología está basada en los métodos propuestos por Nigel Cross, en su libro Métodos de Diseño, donde se plantean alternativas para la búsqueda de ideas, para la exploración de la estructura del problema y para la evaluación del proyecto. Para lograr resultados más eficientes desde el punto de vista de la ingeniería se realizó un análisis de elementos finitos, el cual permitió optimizar las estructuras para mejorar su desempeño real.

El proyecto pretende entregar a la empresa el diseño de una estructura base con cierto grado de flexibilidad que permite crear diferentes configuraciones para diferentes aplicaciones, creando así la línea de elevadores que requiere la empresa. Para facilitar su presentación al mercado, se propuso un catálogo de elevadores donde se visualizan los elevadores realizados por la empresa y los propuestos por el proyecto.

1. DESARROLLO DEL PROYECTO

Para el desarrollo del proyecto se realizaron los siguientes pasos:

1.1 Marco Teórico

El marco teórico presenta los antecedentes de los elevadores de carga, por medio de un análisis a la evolución histórica de los mismos.

En este capítulo se analizan las empresas que fabrican este tipo de elevadores a nivel nacional e internacional y los productos que pueden sustituir este sistema de carga, con el fin de analizar todas sus ventajas y desventajas para optimizar la concepción del elevador.

Por último se presenta una investigación del estado del arte de la empresa en cuanto a elevadores de carga, esta investigación permite conocer el nivel de capacidad de construcción de la empresa y los componentes utilizados en los elevadores, convirtiéndose este análisis en la base de partida para el desarrollo de las propuestas.

1.2 Proceso de Diseño

La metodología empleada es la propuesta por la universidad EAFIT, en la materia diseño metódico¹, ya que esta es una metodología con la cual ya hemos experimentado y que presenta cierto grado de flexibilidad, conveniente para el desarrollo del proyecto; esta metodología se basa en los métodos propuestos por Nigel Cross², en donde se plantean alternativas para la búsqueda de ideas, para la exploración de la estructura del problema y para la evaluación del proyecto.

Esta metodología propone los siguientes pasos:

ETAPA 1: Clarificación de objetivos

Este es un primer paso muy importante ya que permite realizar un planteamiento claro y completo de las necesidades que el diseño del elevador debe cumplir, mediante un diagrama que

¹ Documento "Puntos a desarrollar en un trabajo de diseño metódico", según Sergio Aristizabal Restrepo.

² NIGEL, Cross. Métodos de Diseño. Estrategias para el diseño de productos. México, 1999.

permite relacionar y jerarquizar los diferentes objetivos entre sí, a la vez que presenta los medios para alcanzarlos.

ETAPA 2: Establecimiento de funciones

Antes de entrar a analizar una configuración inmediata del elevador, se deben identificar las funciones primordiales que cualquier tipo de solución final debe satisfacer, para cual se requiere un establecimiento de funciones esenciales que no estén supeditadas al tipo de componentes físicos que puedan utilizarse. El establecimiento de las funciones se realiza por medio de la realización de una caja negra y una estructura funcional.

ETAPA 3 Y 4: fijación de requerimientos y determinación de las características

En esta etapa se fijan los límites de las especificaciones de diseño que requiere el producto, estos límites proporcionan al diseñador suficiente espacio para realizar las propuestas sin posibilidad de desviarse de las necesidades y en cuanto a la determinación de las características es necesario asegurar que se entienda adecuadamente la relación entre los atributos de producto y las características de ingeniería. Las especificaciones de diseño del elevador, se desarrollaron por de acuerdo a las especificaciones tomadas de la norma UNE-EN811 (características técnicas de los elevadores de carga).

ETAPA 5: Generación de Alternativas

El primer paso para la generación de las alternativas es la realización de la matriz morfológica la cual permite identificar combinaciones novedosas sobre los diferentes números de componentes del producto, y así generar diferentes propuestas de combinación e identificar la que más se aplique al proyecto.

El segundo paso es la realización de varias propuestas solución para la estructura del elevador. Las propuestas se presentaron de la forma como se muestra en la figura 1.

ETAPA 6: Evaluación de Alternativas

Por medio de una matriz de evaluación, se evalúa el cumplimiento de los criterios más relevantes del diseño de la estructura.

FIGURA 1
Propuestas de diseño del elevador de carga



A continuación se realiza una matriz ponderada de evaluación en donde se califican los mismos criterios anteriores, pero por medio una asignación de valor por cumplimiento del criterio se elige ya que mayor calificación obtenga.

Esta etapa culmina con la elección de la propuesta final del elevador, los pasos a seguir consisten en la optimización de la solución.

1.3 Análisis Estructural

En este capítulo se realiza una evaluación y comparación de las soluciones vs el diseño actual de la empresa, por medio de un análisis de elementos finitos

La realización de este análisis logro:

- Identificar los puntos críticos de las estructuras y su comportamiento al aplicarle las cargas.
- Comparar los datos teóricos con los resultados obtenidos para la concentración de esfuerzos.
- Optimizar las estructuras por medio de la reducción de los perfiles de tubería y dejar solo dos de las 5 referencias de tubería que la empresa utiliza actualmente.

Para el diseño de la estructura se tuvo en cuenta los siguientes aspectos:

- La carga máxima que debe soportar la estructura propuesta 1 es de 2 Ton.
- La carga máxima que debe soportar la estructura propuesta 2 es de 1 Ton.

- Por requerimiento de la empresa se debe tener en cuenta un factor de seguridad de 3, por lo que en ningún punto de la estructura el esfuerzo máximo debe superar los 80GPa.

El material que se emplea para la construcción de la estructura del elevador es un acero estructural, el cual presenta propiedades óptimas para las condiciones de servicio a las

que esta sometida, es un material bastante resistente, no es frágil, presenta buena ductilidad a la vez que su resistencia es aceptable.

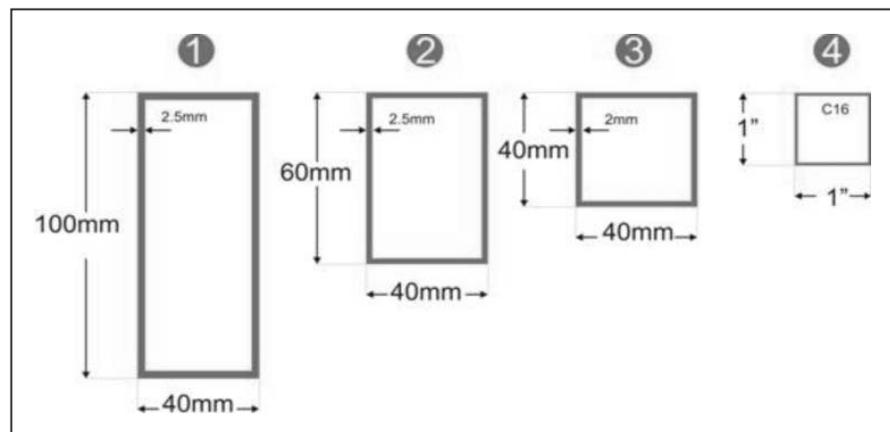
Por estas razones y por ser un material de fácil adquisición y costos relativamente bajos en el mercado, se fabrica en tubería cuadrada de acero estructural ASTM A36, el cual presenta la composición química y propiedades mecánicas registradas en la Tabla 1:

TABLA 1
Composición química y propiedades mecánicas del acero estructural A36.¹

Propiedades Mecánicas	Métrico	Inglés	Comentarios
Tensile Strength, Ultimate	400 - 550 MPa	58000 - 79800 psi	
Tensile Strength, Yield	250 MPa	36300 psi	
Módulo de Elasticidad	200 GPa	29000 ksi	
Compressive Yield Strength	152 MPa	22000 psi	Allowable compressive strength
Poisson's Ratio	0.26	0.26	
Shear Modulus	79.3 GPa	11500 ksi	

Los perfiles de tubería que la empresa CODIMEC LTDA, ha empleado para la construcción de todos sus elevadores son los que se observan en la figura 1, todos son de consecución comercial. En la figura 2 se muestra la distribución de estos perfiles en la estructura. El perfil 1 forma el techo de la estructura, el perfil 2 forma el marco del piso, el perfil 3 forma los 4 párales laterales que le dan altura a la estructura y el perfil 4 es usado para dar soporte lateral y posterior a la estructura, además de servir como apoyo a las láminas de los cerramientos de la estructura.

FIGURA 2
Calibres de tubería de la estructura actual de la empresa



En la figura 3 y 4 se observa la comparación de los esfuerzos máximos soportados por las estructuras propuestas 1 y 2 con respecto a la estructura actual de la empresa al aplicarle una carga de 2 Ton a la estructura propuesta 1 y 1 Ton a la estructura

¹ Tomado de: www.matweb.com

propuesta 2 . La estructura de la empresa muestra que los esfuerzos máximos ascienden a 17.882 MPA mientras que la estructura propuesta 1 llega a 38.075 MPA y la estructura propuesta 2 llega a los 19.737 MPA. Estos resultados indican que al disminuir los perfiles de tubería para hacer mas ligera la estructura disminuye el factor de seguridad de la estructura. También se puede apreciar que en ningún momento los esfuerzos superar los 80 MPA que son los establecidos por el proyecto como limite máximo por lo que los resultados son aceptable y por tanto se aprueban las estructuras.

FIGURA 3
Comparación de los esfuerzos máximos soportados por la estructura propuesta 1 con respecto a la estructura actual de la empresa al aplicarle una carga de 2 TON



FIGURA 4
Comparación de los esfuerzos máximos soportados por la estructura propuesta 2 con respecto a la estructura actual de la empresa al aplicarle una carga de 1 TON

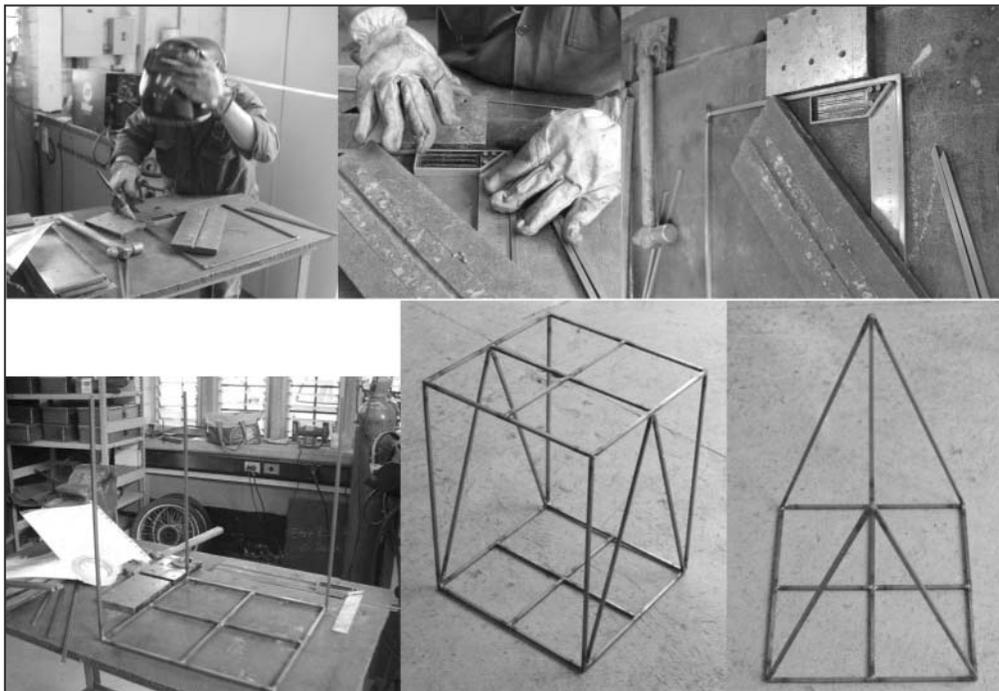


1.3.1 Pruebas Físicas a las Estructuras propuestas en la Máquina Universal

Para validar los resultados obtenidos en las simulaciones de elementos finitos, se planteó el desarrollo físico de las dos estructuras propuestas en el proyecto y la evaluación de la resistencia de éstas en la máquina Universal que se encuentra en la universidad, con el fin de analizar la similitud de los resultados para confirmar la exactitud de los resultados virtuales con los reales.

Las estructuras se desarrollaron a escala 1:5, porque la máquina de ensayos así lo requería. Estas se hicieron usando varillas calibradas de $\frac{1}{4}$ " ya que al escalar la estructura éstas eran las que más se aproximaban a los 8mm que se necesitan, la diferencia entre ellas es de 1.65mm por lo que se cree puede generar una diferencia en los resultados, que hay que tener en cuenta.

FIGURA 5
Construcción de los modelos a escala 1:5



1.3.2 Análisis de los Resultados

Comparando los resultados obtenidos en el análisis de elementos finitos de las estructuras con respecto a las pruebas hechas en la máquina universal se observa lo siguiente:

TABLA 2
Comparación de los resultados obtenidos en el análisis de elementos finitos de las estructuras con respecto a las pruebas hechas en la máquina universal

	Análisis Elementos Finitos		Ensayo máquina universal	
	Carga máxima aplicada (Kg)	Esfuerzo Máximo (MPa)	Carga máxima aplicada (Kg)	Esfuerzo Máximo (MPa)
Estructura 1	200	126.099	185.72	250
Estructura 2	100	98.748	88.77	250

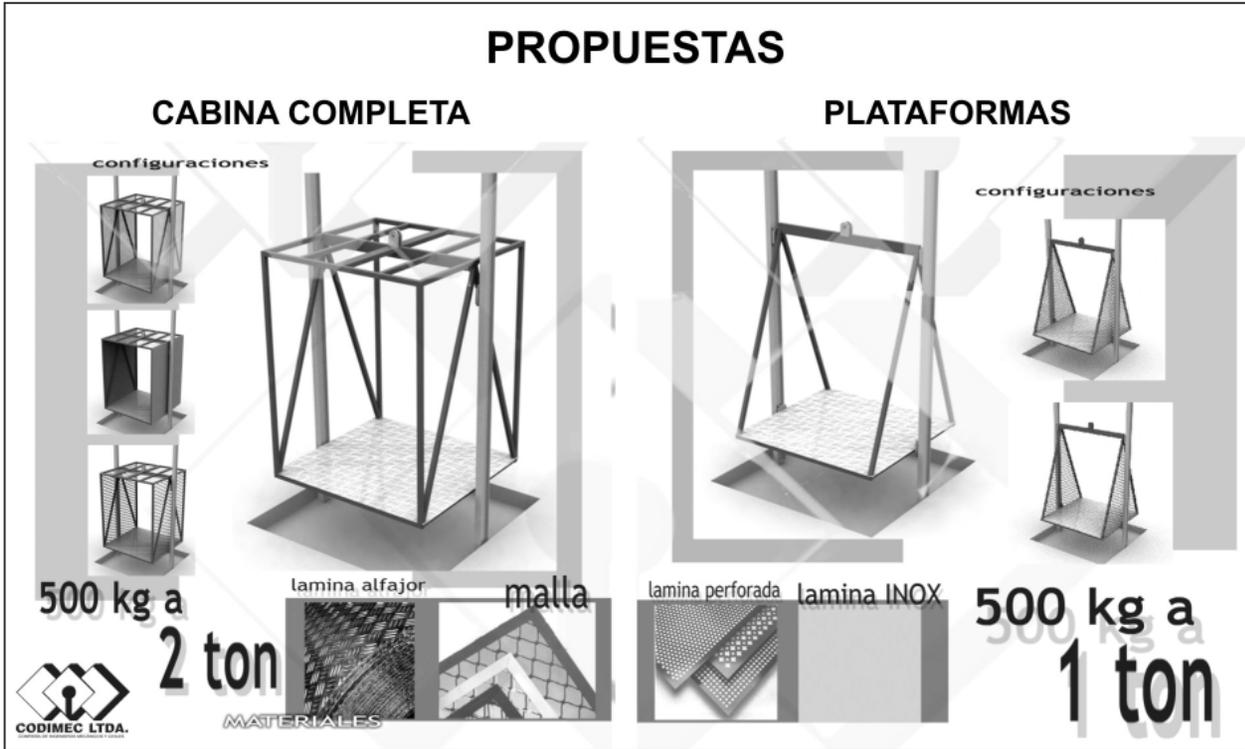
Como se aprecia en la tabla 2, existe una diferencia entre los resultados obtenidos en el análisis de elementos finitos con respecto a los obtenidos en la máquina universal. Esto ocurre ya que como se había mencionado anteriormente para la construcción de los modelos de prueba. Se hicieron usando varillas calibradas de 1/4" ya que al escalar la estructura éstas eran las que más se aproximaban a los 8mm que se necesitan; la diferencia entre ellas es de 1.65mm. Cabe resaltar que la estructura se hizo toda con el mismo tipo de varilla sin tener en cuenta la optimización hecha anteriormente, en donde se disminuían los desplazamientos sobre el eje vertical al anexarle el perfil de tubería número 1.

1.4 Desarrollo del Catálogo de Carga

Para que la empresa pueda promover y ofrecer de manera eficiente los elevadores de carga, se planteó la creación de un catálogo de elevadores de carga, en donde se presenten imágenes de los elevadores construidos anteriormente por la empresa, y las modelaciones de los nuevos elevadores propuestos por medio de este proyecto.

En la figura 6 se presenta la pagina del catálogo en donde se encuentran las modelaciones de las propuestas.

FIGURA 6
Modelaciones de las propuestas en el catálogo



CONCLUSIONES

- Los objetivos planteados son la referencia para estimar hasta que punto se avanzó y la profundidad a la que se llegó con la culminación de este proyecto.
- La investigación realizada gracias a las visitas a las obras antiguas, proporcionó herramientas suficientes para concebir y proponer mejoras a los elevadores y además sirvió de base para plantear las especificaciones de diseño de producto.
- Gracias al análisis de elementos finitos se logró hacer una optimización de la estructura, por medio de la disminución en los perfiles de tubería, facilitando con ello la manufactura de la estructura y por ende los tiempos de producción y entrega de la misma.
- Los prototipos de pruebas construidos, y el análisis de éstos en la máquina universal de la universidad EAFIT, validaron los datos recopilados gracias al análisis de elementos finitos, haciendo que las propuestas de optimización de las estructuras sean las más apropiadas para la construcción y venta de estas en la empresa CODIMEC.
- El desarrollo del catálogo de productos permitirá a la empresa mostrar no sólo los elevadores propuestos por este proyecto sino los elevadores realizados anteriormente, permitiendo al cliente visualizar las opciones de elevadores que la empresa propone para cumplir sus necesidades.
- Se cumplió con el objetivo general del proyecto de diseñar un elevador industrial de carga, y se le dió un valor agregado, ya que éste permitió gracias a su diseño una disminución en los tiempos de producción, generó un aumento de la eficiencia en el diseño de ascensores personalizados y permitió ampliar el portafolio de productos de la empresa.

BIBLIOGRAFÍA

- ARISTIZÁBAL R, Sergio. Puntos a desarrollar en un trabajo de diseño metódico, Medellín: Universidad EAFIT; 7 Pág.
- NIGEL, Cross. "Métodos de Diseño". Estrategias para el diseño de productos. México, 1999.
- España, (AENOR) Asociación Española de Normalización y Certificación. Norma española UNE-EN 81-1: 1998

DISEÑO Y DESARROLLO DE DOS PRODUCTOS CON TECNOLOGÍAS APROPIADAS PARA EL PROCESAMIENTO DE ALIMENTOS EN COMUNIDADES DEL CHOCÓ DONDE NO EXISTE INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA

AUTORAS

MARÍA ADELAIDA ARANGO URIBE
Ingeniera de diseño de producto
marangou@eafit.edu.co

CAROLINA RESTREPO OCAMPO
Ingeniera de diseño de producto
crestr41@eafit.edu.co

ANDREA SERRATO VILLAMIZAR
Ingeniera de diseño de producto
aserrato@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING
& INDUSTRIAL DESIGN

ASESOR
LUIS SANTIAGO PARÍS LONDOÑO
lparis@eafit.edu.co

RESUMEN

En este artículo se expone brevemente la manera como fue desarrollado el diseño de una licuadora manual y un filtro de agua cerámico como tecnologías apropiadas para el municipio de Acandí, Chocó, donde no se cuenta con energía eléctrica.

Inicialmente se presentan las consideraciones iniciales que se tuvieron en cuenta para el desarrollo del proyecto, luego se enuncia el proceso de diseño donde se determinaron todos los aspectos que debían cumplir los productos y finalmente se muestra el diseño final de cada uno, a partir del cual se construyeron los prototipos.

PALABRAS CLAVE

Licuadora manual, filtro cerámico, tecnologías apropiadas, purificación de agua, transformación manual de alimentos, Acandí, Chocó, diseño, ingeniería de diseño.

ABSTRACT

This article exposes briefly the design and development of a hand crank blender and a ceramic water filter with appropriate technologies for the municipality of Acandí, Chocó, where there is no access to electrical energy.

At the beginning it presents the initial considerations that were explored for the project development. After that, the design process is shown. Here, all the product requirements were determined. Finally it shows the final products design, from which the prototypes were constructed.

KEY WORDS

Hand blender, ceramic water filter, appropriate technologies, water purification, manual food processing, Acandí, Chocó, design, product design engineering.

INTRODUCCIÓN

El departamento del Chocó, uno de los más ricos en recursos naturales, apenas cuenta con servicios básicos de agua y energía; pero, es la misma configuración geográfica, la pobreza, las condiciones de vida¹, la desatención y abandono por parte del Estado, además del entorno cultural y las características de su población; lo que las aísla significativamente del desarrollo de las grandes ciudades.

La producción de energía y la consecución de agua potable se encuentran limitadas, en el primer caso, por la dificultad al acceso de plantas eléctricas o paneles solares; y en el segundo caso, por el empleo de plantas de tratamiento o sistemas caseros de purificación efectivos.

La formulación de proyectos para diseñar productos “autónomos”, que produzcan su propia energía, o productos que utilicen energía renovable aprovechando las condiciones ambientales de la región; tienen gran validez para mejorar la calidad de vida de uno de los departamentos más desatendidos en el país, facilitando la adquisición de agua apta para el consumo humano, la transformación de materias primas, la conservación de alimentos, la iluminación de viviendas o el mejor aprovechamiento de los recursos.

El objetivo de este proyecto estuvo entonces dirigido a aplicar los conocimientos adquiridos durante la carrera en el diseño y desarrollo de dos productos que utilizaran tecnologías apropiadas² para el procesamiento de alimentos y la purificación del agua en comunidades del municipio de Acaandí (Chocó). Se trató de proponer una solución adecuada a las condiciones socioeconómicas y culturales de la población, que permitiera ampliar y mejorar las posibilidades de preparación de alimentos, facilitando de este modo la realización de las tareas domésticas.

1 El índice de calidad de vida es de 27.9%, siendo el nacional 39%, el NBI es de 82.2% frente al nacional de 45.6%, según el Plan de acción trienal 2004 – 2006 desarrollado por la Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ.

2 Una tecnología se indica como *apropiada* cuando se adapta a la función para la cual fue determinada, así como al usuario y al contexto. Algunas características son: uso de materiales locales, uso de fuentes de energía descentralizadas y renovables, facilidad de utilización y mantenimiento, tecnología simple, pequeña escala, bajo costo, flexibilidad.

Este proyecto representó una oportunidad para desarrollar conocimientos en el área de ingeniería de diseño y generó nuevos planteamientos que motivan proyectos de investigación a futuro como el desarrollo de tecnologías apropiadas para zonas rurales y el uso de energías renovables aplicando los conocimientos adquiridos con responsabilidad social.

CONSIDERACIONES INICIALES

Para la ejecución del proyecto, primero fue necesario realizar una investigación exploratoria en el corregimiento de San Francisco del municipio de Acaandí, con el propósito de conocer los hábitos cotidianos de la población en relación con la preparación de alimentos, para poder detectar necesidades que pudieran requerir una solución por medio del diseño de productos.

Se utilizaron métodos como informante clave, entrevista no dirigida, observación participante y diarios de campo; y los temas centrales fueron: cocción y preparación de alimentos, consecución y tratamiento del agua.

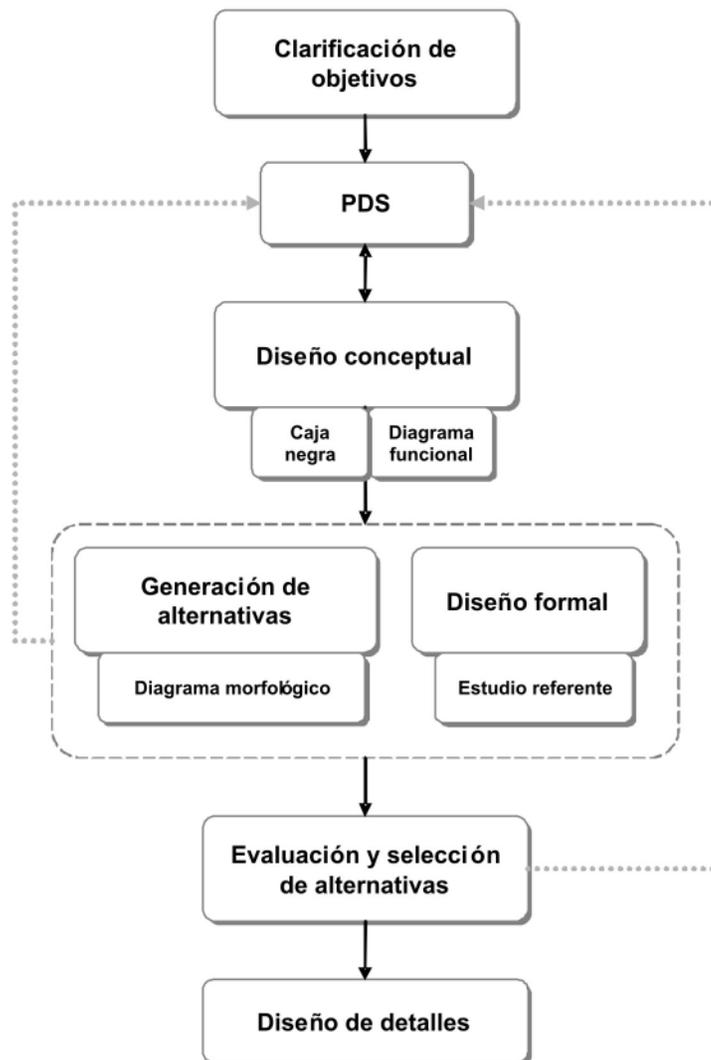
La observación nos mostró que un procesador manual de frutas para la extracción de jugos y un purificador de agua podían ser dos artefactos de gran utilidad en la zona; el primero para aprovechar mejor los recursos de la cosecha y promover opciones de generación de ingresos en temporadas turísticas; y el purificador de agua para ayudar a prevenir enfermedades causadas por la ingestión de aguas contaminadas. En general, los dos productos se diseñaron para brindar autonomía energética y adaptar tecnologías apropiadas a la zona.

PROCESO DE DISEÑO

El proceso de diseño comenzó con una investigación del estado del arte, el agua y los alimentos, para generar una clarificación de los objetivos.

Luego, utilizando una combinación de herramientas basada en la metodología de Nigel Cross (Cross, 1999) se generaron alternativas y desarrollaron los productos hasta un nivel de detalle que permitió la construcción de prototipos.

FIGURA 1
Metodología de diseño



Fuente: Elaboración propia

En la clarificación del objetivo se planteó el diseño y desarrollo de un procesador manual de frutas para obtención de jugos y un purificador de agua que cumplieran además con los siguientes objetivos secundarios: ser de uso doméstico, tener autonomía energética, bajo costo, simplicidad y facilidad en la lectura, ser producidos a pequeña escala, fáciles de usar y que los usuarios puedan tener familiaridad con las propuestas.

A partir de estos objetivos y teniendo en cuenta los deseos y necesidades de los usuarios, se elaboró el documento del PDS (Product Design Specifications) donde se plantearon los

requerimientos de diseño para los dos productos, que incluían de manera general los siguientes aspectos:

Purificador de agua:

- Capacidad = 4 Litros.
- Efectividad Bactericida = 98%
- Turbiedad = menor a 5 NTU.

Procesador manual de frutas para obtención de jugos:

- Capacidad = 1.5 Litros.
- Tipo de frutas = semiduros y blandos.
- Tiempo de preparación jugo = máximo 5 minutos.

Aplican para los dos productos:

- Piezas estándar producidas.
- Procesos de manufactura disponibles en el medio.
- Materiales y acabados resistentes a altas condiciones de humedad y salobridad.

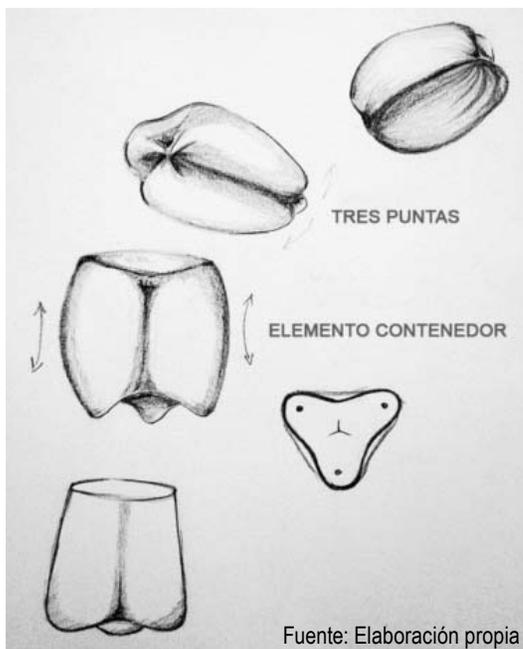
Con estos requerimientos, se procedió a realizar el diseño conceptual de donde surgieron varias alternativas de diseño. En el caso del procesador manual de frutas, el diseño estuvo restringido por la decisión de utilizar el vaso y cuchillas comerciales. Por esta razón y para generar familiaridad del producto con los usuarios, el procesador manual de frutas se nombró licuadora manual.

Las alternativas de diseño fueron luego evaluadas bajo parámetros establecidos en el PDS y en la clarificación del objetivo; y finalmente a las alternativas seleccionadas se les aplicó diseño formal.

El diseño formal consistió básicamente en la aplicación de un referente formal y conceptual: el coco. La parte formal estuvo centrada en la abstracción de la forma del coco como se puede ver en la figura, la parte conceptual se basó en la aplicación de ideas como “contener”, “unidad”, “proteger” y “autonomía”.

FIGURA 2

Abstracción del referente formal: *coco*



3. DISEÑO FINAL

3.1 Purificador de Agua

El purificador de agua, fabricado en cerámica, es un producto que utiliza la decantación como método para filtrar sedimentos, y está impregnado con plata coloidal para la inhibición de microorganismos. Consta de cuatro elementos integrados: un filtro, una carcasa, una tapa y una llave comercial.

El elemento filtrante tiene una capacidad de 1 litro, pero la carcasa puede almacenar hasta 4 litros. La tasa de filtración es de 1 litro por hora.

Algunos beneficios del purificador en relación a otros métodos tradicionales que requieren más de dos operaciones o que no tienen mucha aceptación por parte de los usuarios debido al uso de sustancias químicas, son la autonomía que brinda a los usuarios al reducir las operaciones de purificación a una sola y en un solo producto, la posibilidad de proponer un método que no requiere aditamentos químicos ni procesos adicionales para remover los sedimentos y la independencia de fuentes energéticas como electricidad, energía solar y leña.

FIGURA 3

Prototipo del purificador de agua



Fuente: Fotografía, elaboración propia

3.2 Licuadora manual

Es un producto que sirve para procesar frutos semiduros y blandos como mango, guanábana, papaya, banano, guayaba, carambolo, borjón y aguacate.

Para su accionamiento, el usuario hace girar una manivela que transmite el movimiento rotatorio a unas cuchillas que trituran la fruta. Suponiendo 100 rpm en la palanca, la licuadora alcanza una velocidad teórica de 5300 rpm. La potencia necesaria calculada es de 70 W.

El 55% de sus componentes son piezas estándar comerciales, como los elementos del vaso y las cuchillas, los cuales se

acoplan al cuerpo de la licuadora que se fijan a la mesa de trabajo por medio de una prensa ajustable.

El atributo principal de la licuadora manual es la generación de autonomía energética en la región del Chocó, de manera que cada familia tiene la posibilidad de proveerse a sí misma la energía necesaria para transformar frutas en jugo, independiente de la conexión a una red eléctrica.

Las ventajas en la preparación de jugos, frente a los métodos tradicionales, se ven reflejadas en la disminución del tiempo que se dedica a esta TÁREA, de media hora a cinco minutos; así como en el mejor aprovechamiento de las frutas, desintegrándolas en partículas pequeñas y generando una mezcla homogénea con el agua purificada.

FIGURA 4
Prototipo de la licuadora manual



Fuente: Fotografías, elaboración propia

CONCLUSIONES

Las aplicaciones de productos que funcionen con energía humana tienen un gran potencial por ser una energía limpia que no implica impactos ambientales durante su uso, y porque son soluciones factibles que se pueden implementar en el corto plazo en el Chocó.

La viabilidad económica de los productos está relacionada con el apoyo de entidades interesadas en el proyecto, es decir, se recomienda que para garantizar la adquisición de cada producto al usuario objetivo, éstos sean patrocinados por una organización gubernamental, no gubernamental o privada.

En zonas donde se evidencian carencias tecnológicas, es importante el papel que puede jugar un ingeniero de diseño, debido a que con el aprovechamiento práctico de sus conocimientos puede contribuir al desarrollo de una comunidad y al mejoramiento de la calidad de vida de sus habitantes.

BIBLIOGRAFÍA

CROSS, Nigel. (1999). Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley. 189 p.

Corporación Autónoma Regional para el Desarrollo Sostenible del Chocó – CODECHOCÓ. Plan de acción trienal 2004 – 2006. [Artículo en Internet]. <http://www.codechoco.com>. [Consulta: agosto de 2005]

MEJORAMIENTO DEL PROCESO DE DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS DE MANGOS DE LA LÍNEA DE METÁLICOS DE IMUSA

AUTORAS

ANA MARÍA MUÑOZ MARÍN
amunozma@eafit.edu.co

CAROLINA MARCELA GIRALDO H.
cgiral11@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

ASESOR

CARLOS A. RODRÍGUEZ A.
Docente Departamento de
Ingeniería de Producción
carodrig@eafit.edu.co

RESUMEN

Este artículo inicia mostrando la metodología planteada en el proyecto “Mejoramiento del proceso de diseño y fabricación de prototipos de mangos de la línea de metálicos de IMUSA”. El resto del artículo es el desarrollo de dicha metodología basada en los deseos y las demandas de los usuarios para llegar a la fabricación de prototipos integrales. Estos prototipos deben ser aptos para obtener resultados confiables en las pruebas físicas y de usuario que permitan la verificación del diseño. Finalmente se muestran los resultados y las conclusiones obtenidas.

PALABRAS CLAVE

Metodología, Diseño de producto, Prototipaje rápido, Mango, IMUSA, Diseño asistido por computador, Molde, Prototipos Integrales, Control numérico.

ABSTRACT

This article begins presenting the proposed methodology in the project: “Improvement of handles prototypes design and fabrication process of IMUSA’s metallic products”. The other part of the article is the development of the methodology based on consumer wishes and demands up to the integral prototypes fabrication. These prototypes must be suitable to get reliable results in physical and user test which allow the design verification. Finally, the results and conclusions obtained are presented.

KEY WORDS

Methodology, product design, rapid prototyping, handle, IMUSA, computer assisted manufacturing, mold, integral prototypes, numerical control.

INTRODUCCIÓN

Industrias Metalúrgicas Unidas, IMUSA, es una empresa Colombiana de gran tradición, fabricante de una amplia gama de productos metálicos para la cocina, y de plástico para el hogar. En la línea de metálicos, los accesorios (mangos y manijas) de las ollas y sartenes son de gran importancia para la innovación ágil y constante de estos productos ya que permiten un cambio de apariencia necesario para mantenerse vigente en el mercado. Con el fin de enfocar mejor este proyecto, de los accesorios ya nombrados, se seleccionan los mangos.

Conscientes de que en general, en la industria colombiana la ingeniería de diseño de producto no está posicionada como una herramienta esencial dentro del desarrollo de nuevos productos, este proyecto se elabora con el propósito de plantear una metodología de diseño basada en los usuarios que logre demostrar su importancia a través de sus resultados.

IMUSA ha empezado a implementar el diseño en el desarrollo de mangos. Se han elaborado prototipos en madera que cumplen sólo características formales del producto original (baquelita). La elección de este material se debe a los bajos costos de fabricación y modificación del prototipo. Sin embargo, aunque se le da la forma general al objeto, otras características del diseño como la textura, acabados, resistencia al peso, son diferentes a las del diseño real. Esta discrepancia afecta los resultados en las pruebas de usuario, convirtiéndolos en información no confiable. Fabricar los prototipos con los procesos actuales (inyección de baquelita en moldes de acero) representaría retrasos y altos costos de producción debido a que la modificación de moldes requiere inversión de tiempo y es costosa para tan pocos productos. Al tener estos problemas con el desarrollo de los mangos, lo compran a terceros, perdiendo oportunidades de reforzar su identidad de marca pues no tienen privilegios de exclusividad con el fabricante. Cometiendo así el error de acomodar el usuario al producto y no el producto a los deseos y demandas del usuario.

Para que el desarrollo de mangos cumpla con los requerimientos necesarios, el proceso de creación debe ser evaluado y modificado desde su etapa inicial de diseño hasta la fabricación de prototipos. Debe incluir una investigación para desarrollar moldes “desechables” para la fabricación de prototipos, es decir, que su vida útil sea suficiente para producir 3 muestras a un costo que justifique dicha cantidad. Estos prototipos deben fabricarse en materiales que simulen los del producto final mejor que la madera.

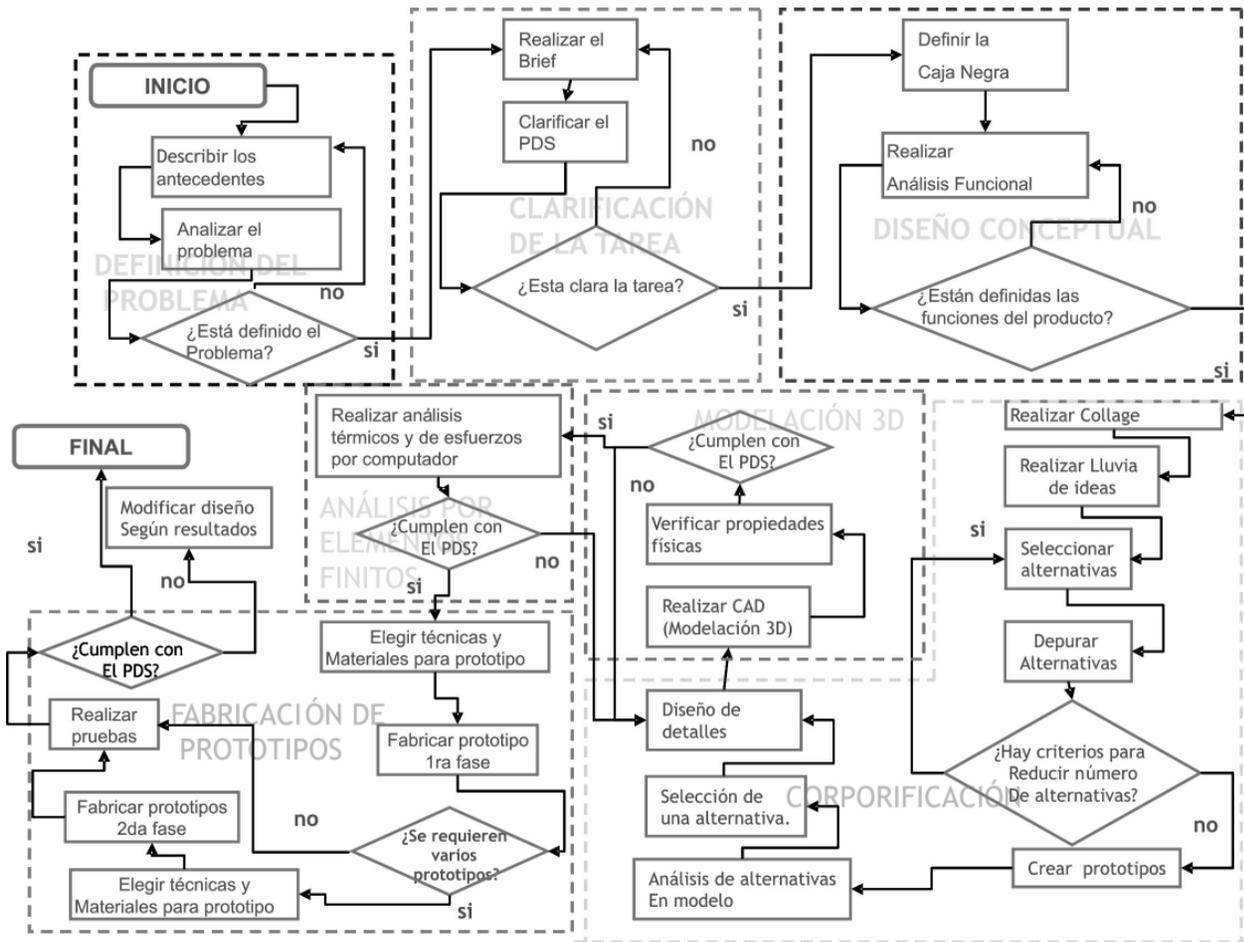
Este proyecto de grado, al abarcar disciplinas en diseño y manufactura integrada por computador demostrará la utilidad del perfil de los profesionales de este programa académico dentro del ámbito industrial. Además es importante para la carrera de ingeniería de diseño de producto puesto que servirá como base de estudio para próximas generaciones como fuente de información en cuanto a metodología aplicada de diseño, materiales y procesos con un enfoque desde el diseño para la realización de otros proyectos o investigaciones

Por otro lado, además de cumplir con su objetivo principal, contribuirá a romper el paradigma que para tener rentabilidad es necesario copiar (la muestra traída de una feria internacional) o importar productos y no arriesgarse a invertir en innovación. El proyecto tiene como aporte una nueva metodología de diseño y fabricación de prototipos de mangos y objetos similares acorde a las necesidades de la industria colombiana desde el enfoque de la carrera, que le permita desarrollar productos de mejor calidad para sus clientes y consumidores.

1. METODOLOGÍA PARA EL DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS PARA MANGOS DE LA LÍNEA DE METÁLICOS DE IMUSA

En la figura 1 se muestra la metodología utilizada y recomendada en este proyecto para mejorar el proceso de diseño y fabricación de prototipos de mangos de la línea de metálicos de IMUSA, basada en las metodologías utilizadas en el transcurso de la carrera: la VDI2222 y las presentadas en los libros de Karl T. Ulrich y Steven D. Eppinger y Nigel Cross.

FIGURA 1
Esquema de la metodología propuesta



Fuente: autoría propia.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Antecedentes

Tras realizar entrevistas con personal del departamento de investigación y desarrollo se concluyó que los mangos plásticos de la línea de metálicos (ollas y sartenes) presentan el mayor porcentaje de variación de diseño al ser estos accesorios los que le proporcionan cambios de imagen a dichos productos en lapsos de tiempo cortos, es decir, un mismo recipiente metálico puede ser un diseño distinto variándole únicamente los accesorios.

Se elige la línea de sartenes antiadherentes para realizar los análisis y el diseño porque “presentan la mayor rotación de productos” (M. Castaño, conversación personal, 29 de diciembre, 2004). Este hecho se presenta debido a que la vida de uso de estos sartenes es corta. Exigiendo variaciones de diseño en el producto, las cuales se logran rápidamente con modificaciones de los accesorios. Los cambios constantes en los diseños, específicamente de mangos, muestran la necesidad de una metodología definida que permita la satisfacción de los deseos y demandas de los consumidores y de IMUSA.

Análisis del problema

En la creación de un nuevo producto en IMUSA se hace necesario complementar su estructura de organización de proyectos a partir de los deseos y demandas del público objetivo.

FIGURA 2
Prototipo en madera fabricado por IMUSA



Fuente: Autoría propia.

Son los departamentos de diseño y mercadeo, los encargados de liderar los nuevos proyectos, sin embargo es mercadeo quien toma las decisiones finales sobre los ajustes que deben hacerse a cada diseño. La transmisión de información entre estos departamentos, en donde se establecen las especificaciones formales del producto, se realiza de forma verbal, no se utilizan documentos creados específicamente para tal fin, como *brief* o *PDS*, lo que puede causar repetición innecesaria de la información y por ende, retrasos en el desarrollo de los productos.

IMUSA desarrolló el diseño de un mango llevándolo hasta la etapa de prototipo físico, pero debido a su fragilidad, no podía ser manipulado.

Es sabido que existe un alto riesgo de fracaso cuando salen productos al mercado sin realizar pruebas de usuario, que permitan corroborar el diseño final con las necesidades y percepciones reales del cliente. De la misma manera se debe tener en cuenta que hacer pruebas en las que existe discrepancia entre diseño y prototipo afectan los resultados en las pruebas de usuario, convirtiéndolos en información no confiable). En este proyecto se busca implementar un proceso para el desarrollo de prototipos que se acerquen más a las características del producto final permitiendo resultados confiables en las pruebas de usuario.

3. DISEÑO DE PRODUCTO

Clarificación de la tarea

Para esto se pueden utilizar dos formatos conocidos como *Brief* y *PDS*¹, los cuales se muestran a continuación.

Brief

Tomando en cuenta el análisis realizado a la metodología de diseño del proyecto del mango referencia 510 de IMUSA y a los resultados de su prototipo, en este proyecto se busca mejorar el proceso de diseño y fabricación de prototipos de mangos de la línea de productos metálicos de IMUSA, por medio del diseño y desarrollo de un prototipo integral de un mango para la línea de antiadherentes, el cual debe fabricarse en un material que simule el producto final mejor que la madera. Para lo cual se implementa una metodología basada en los conocimientos y experiencias adquiridas en el transcurso de la carrera Ingeniería de diseño de producto y de las investigaciones para el presente proyecto de grado.

El producto que se desarrolla en este proyecto está dirigido a dos usuarios: IMUSA (específicamente el área de diseño y desarrollo de productos) y los usuarios finales del producto que son principalmente mujeres de estratos 4, 5 y 6. El tiempo destinado a la elaboración del proyecto es un año y debe cumplir con las Especificaciones de Diseño del Producto descritas a continuación.

Especificaciones de diseño de producto

Son los deseos y demandas del usuario y del cliente (IMUSA) pasados a requerimientos medibles y cuantificables. La siguiente es una lista resumen extraída del PDS con los requerimientos (R) y algunos de los deseos (d) y demandas (D) más importantes.

Diseño conceptual

Esta etapa de diseño se enfoca en describir *qué* va a lograr el producto más que *cómo* lo va a lograr. Realizando una caja negra y un árbol de funciones.

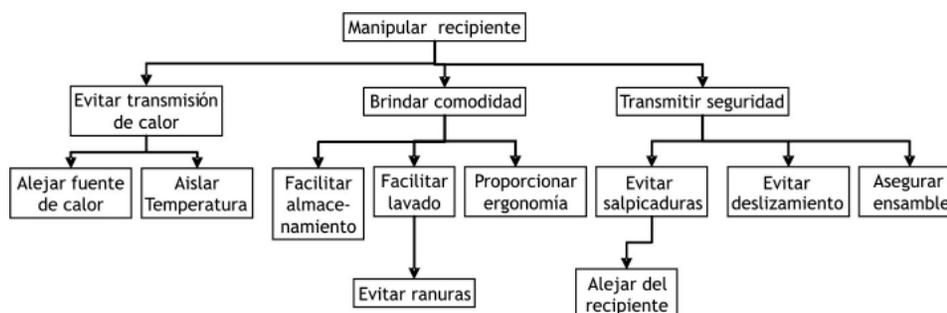
¹ PDS es un término conocido en el área de diseño, son la iniciales de *Product Design Specification* (Especificaciones de Diseño de producto).

TABLA 1
Lista de especificaciones de diseño

	Especificaciones de Diseño
R	Longitud mínima de 120 mm, incluyendo cualquier soporte. (Según norma NTC 2169) Para ollas entre 18 y 22cm de diámetro: De 150 a 180mm Para ollas entre 24 y más de diámetro: Entre 180 a 210 o 220mm.
R	Temperatura superficial máxima de 75°C (Según norma NTC 2169)
d	Formas que evoquen ergonomía.
R	Tamaño proporcional a medidas del largo de la mano entre 198 y 152 mm
d	Acabados antideslizantes
d	Formas que tengan en cuenta la fisonomía y antropometría del usuario
R	Cantidad de tres a cinco piezas
R	Debe entregarse con planos, modelación y estructura de la metodología propuesta.
R	Debe estar dirigido a amas de casa de estratos 4-6 y a los departamentos I+D y mercadeo de Ilusa
d	Colores oscuros
R	Bordes romos
D	No obstruya el almacenamiento del sartén.
R	Se puedan empacar 6 unidades en una caja de a:27 l:42.5 h:27.5 cm.
R	Material no tóxico
R	El costo del prototipo se encuentre en un promedio de \$1'000.000 a \$3'000.000.
R	Volumen entre 43,48cm ³ y 55,76cm ³ (Pesos que oscilen entre 58g y 75g)
R	Diámetro del orificio para colgar mayor a 7 mm.
R	Debe resistir con 725 g (peso del sartén)
R	Debe soportar una temperatura entre 80 y 100°C (ver anexo B)
R	Debe poder ensamblar a los parallamas 10007629,10007620 o fnm-01/2
D	Disminuir ranuras y lugares pequeños

Fuente: Autoría propia.

FIGURA 3
Árbol de funciones



Fuente: Autoría propia.

Corporificación

Una vez se ha entendido a cabalidad *qué* es lo que va a realizar el producto, se comienza a desarrollar *el cómo*, por medio de la generación de alternativas de diseño.

Generación de alternativas de diseño

Collages

Estilo de vida: Mujeres que disfrutan cocinar



Emoción: Placer

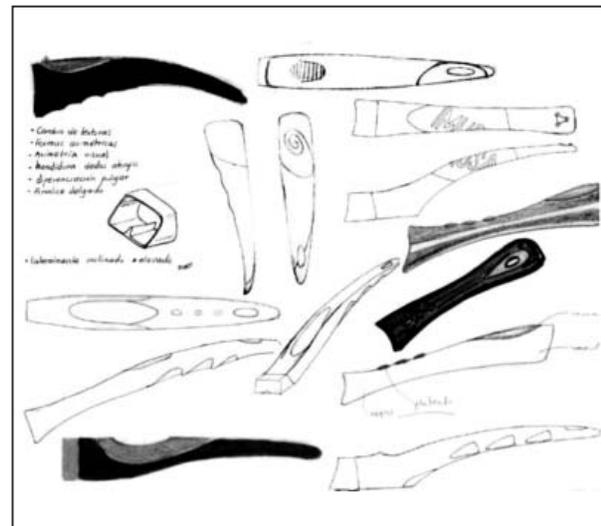


Fuente: Imágenes de Internet

Lluvia de ideas

Es un método para generar un gran número de ideas centrándose en la creación sin emitir juicios.

FIGURA 5
Lluvia de ideas

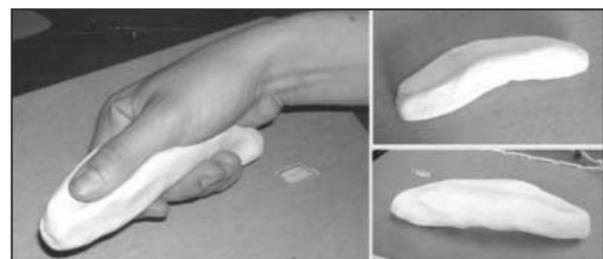


Fuente: Autoría propia.

Proceso de transformación de la forma del producto: Ejercicio Touch Form

Este ejercicio sirve para definir una forma donde los conceptos más importantes son: la comodidad, el agarre y la geometría de su forma exterior, guiándose por el sentido del tacto sin concentrarse en la apariencia visual.

FIGURA 6
Transformación de la forma del producto



Fuente: Autoría propia.

Selección de alternativas de diseño

Se realizaron dos matrices de selección, una con criterios extraídos del PDS por las diseñadoras y la segunda directamente con IMUSA, de donde se elige la alternativa 1 y la alternativa 2 para seguir con la metodología planteada.

TABLA 2
Segunda matriz de selección

Criterios de selección	Peso %	Alternativa 1		Alternativa 2		Alternativa 3		Alternativa 4	
		Punt	Punt Pond						
Tamaño proporcional a la mano.	20	5	1	5	1	3	0.6	5	1
Proporcional al tamaño del sartén.	20	5	1	4	0.8	5	1	4	0.8
Concordancia con otros productos de la línea.	15	2	0.3	4	0.6	2	0.3	1	0.3
Formas que evoquen ergonomía	20	5	1	5	1	3	0.6	3	0.6
Formas clásicas*	25	2	0.5	5	1.25	3	0.75	1	0.25
	Total	3.8		4.65		3.25		2.95	
		2		1		3		4	

FIGURA 7

Observaciones de la forma del producto

Depuración del diseño

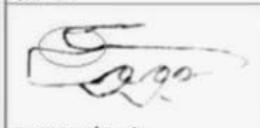
Una vez realizada la selección anterior se procede a mejorar dichos diseños a partir de las siguientes observaciones:

La posición y tamaño de hendiduras varía de acuerdo a las dimensiones de la mano.



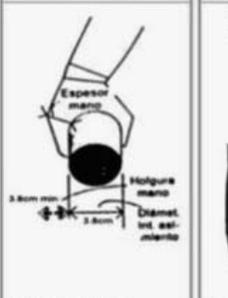
Fuente: Autoría propia

La huella superior debe ser cómoda y útil tanto para manos pequeñas como grandes.



Fuente: Autoría propia

El espesor debe percibirse ser cómodo para las personas analizadas.



Fuente: Panero, 1996

El mango debe ser cómodo para mujeres con medidas de la mano desde --- hasta 19 cm.



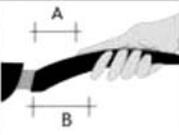
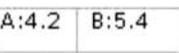
Fuente: Tilley, 2002.

L: medida mas larga.
M: medida media.
P: Medida más pequeña

Proceso de definición de la forma del producto

Estas observaciones se sustentan a partir de datos antropométricos que se hallan a partir de una prueba. En ésta se elabora un prototipo enfocado o modelo en plastilina, en el que se realizan pruebas con 10 posibles usuarias (ver tabla 3) para tomar medidas, realizar cambios y analizar la forma final del producto.

TABLA 3
Extracto de la tabla del Proceso de definición de la forma del producto

	Previo	Vista 1	Vista 2	Medidas (cm)	
1					
				A:4.2	B:5.4
2					
				A:4.5	B:6.1

Fuente: Autoría propia.

La mayoría de las mujeres adopta cómodamente la posición de colocar el dedo pulgar en la parte superior del mango y flexionan el modelo para que se adapte a las formas de la mano. Ya que la mayoría de las mujeres analizadas no utilizan protección contra el calor, es importante utilizar materiales poliméricos poco conductores de calor para el diseño del prototipo.

Debido a que la mitad de la población estudiada sostiene el mango alejándose del fuego, el diseño debe presentar características que den seguridad sin que la persona tenga que cambiar el agarre diseñado para sujetar el mango.

Pruebas preliminares de usuario

A las alternativas 1 y 2 (que aparecen en la Tabla 2) se les fabrica un prototipo físico que es un modelo en balsa con apariencia que simula las características del producto final (ver figura 9), apto para realizar una sesión de grupo en la que se conozcan las percepciones del mercado sobre la comodidad, manipulación y apariencia de estos dos mangos para sartén; así como también verificar las dimensiones del producto.

FIGURA 8
Prototipos físicos



Fuente: Autoría propia.

FIGURA 9
Sesión de grupo



Fuente: Autoría propia.

Las conclusiones de esta sesión de grupo fueron:

- La alternativa 1 se acopla más a los deseos y demandas del consumidor objetivo, por lo tanto se selecciona para continuar con la metodología.
- Debe hacerse una revisión del ángulo de inclinación del parallamas con respecto al sartén.
- Se plantea la posibilidad de suprimir la hendidura lateral ya que no parece ser importante para la comodidad de los usuarios.

4. MODELACIÓN 3D POR COMPUTADOR

Existen muchos *software* para modelar partes. En este proyecto se utiliza Rhinoceros® y Solidworks®. En la figura 10, se puede observar el resultado obtenido.

Siguiendo una de las teorías de transferencia de calor en la que dice que espacios por donde se estanque el aire entre dos materiales ayudan a disminuir la transferencia de calor (figura 11). Se busca reducir A en vez de B, para no debilitar el apoyo estructural necesario al manipular el sartén.

FIGURA 10
Modelación 3D

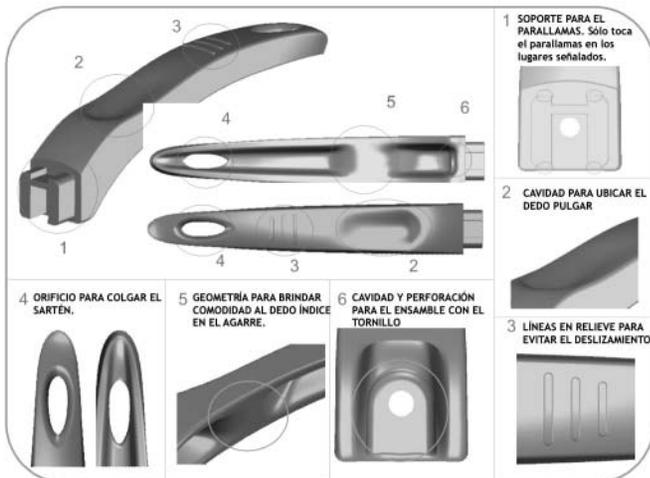
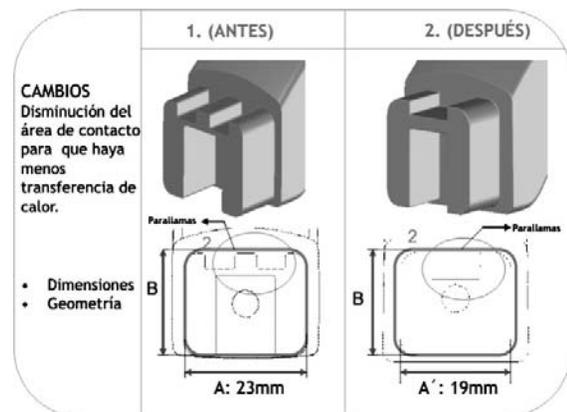


FIGURA 11
Cambios en el ensamble al parallamas



5. ANÁLISIS POR ELEMENTOS FINITOS

El análisis por elementos finitos, en inglés FEA: *Finit Element Analysis*, es un método implementado por medio de un software que utiliza técnicas matemáticas para analizar cargas en un diseño y determinar su respuesta a dichas cargas. Para este proyecto se utiliza el *software* Ansys que facilita la universidad EAFIT y uno de sus módulos: Ansys WorkBench.

ANÁLISIS ESTRUCTURAL

FIGURA 12
Esfuerzos de von Mises

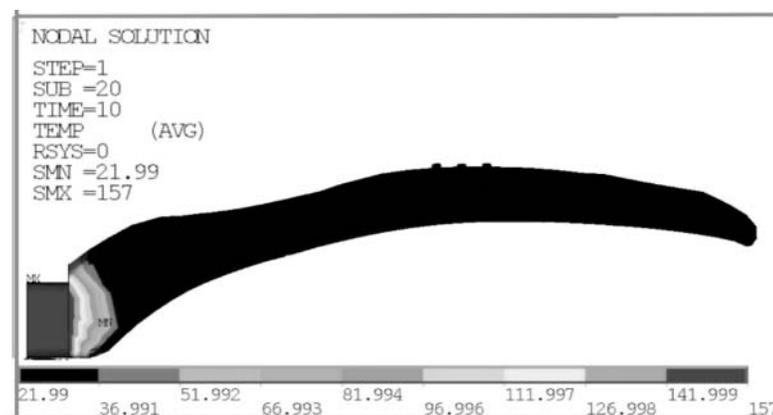


Conclusiones del análisis de esfuerzos:

- Se concluye de este análisis que debido al alto factor de seguridad hallado, se pueden reducir los espesores en la zona 1 mostrada en la figura 27, para disminuir los costos representados tanto en material como en tiempo de ciclo de la producción en la pieza final.
- Los mayores esfuerzos se presentan en la zona de la hendidura del dedo por lo que debe ser ésta la más fortalecida. Por lo tanto no se le reducirá volumen de material en esta zona.
- Las concentraciones de esfuerzos pueden ser minimizados, eliminando las aristas vivas por lo que el ángulo mostrado en la figura 26, puede ser redondeado.

ANÁLISIS TÉRMICO

FIGURA 13
Esfuerzos de von Mises

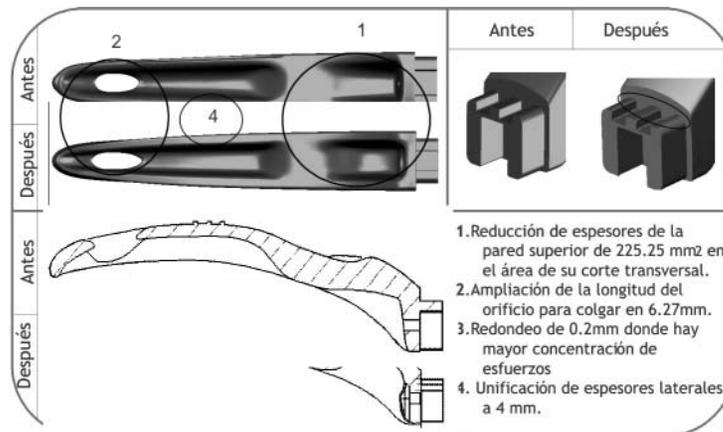


Fuente: Autoría propia

La temperatura en la zona donde comúnmente el usuario manipula el mango se encuentra en un rango entre 21.9 °C y 36.99 °C, para el tiempo dado, siendo un valor muy por debajo de la temperatura especificada por la norma ICONTEC que es de 75°C (ver anexo A), y de la “temperatura que causa daño en la piel” que está en un rango de 46.1–60 °C (TILLEY, 2002). Teniendo en cuenta

que el Poliacetal es un material, entre los seleccionados, con uno de los más altos valores de conductividad térmica. Se concluye que los materiales seleccionados para realizar las pruebas de usuario son seguros con respecto a la transmisión de temperatura para el tiempo establecido. En la Figura 14 se pueden ver los cambios realizados en el diseño del mango luego de las conclusiones del análisis de elementos finitos.

FIGURA 14
Cambios después del análisis de esfuerzos



Fuente: Autoría propia.

6. FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS POR TÉCNICAS DE PRIMERA FASE

Se entiende por prototipo cualquier modelo físico de una pieza, componente, mecanismo o producto, que se realiza previamente a su industrialización, con el objeto de validar todas o algunas de sus características y funciones teóricas. Según *Kart Ulrich* y *Steven Eppinger* (2004), existen cuatro tipos de prototipos que son: Enfocados, Físicos, Analíticos e Integrales. El prototipo Enfocado, se utiliza para implementar uno o muy pocos atributos del producto, el prototipo Físico se utiliza para hacer tangible una aproximación al producto y realizar pruebas de concepto en forma rápida, el prototipo Analítico (hasta donde IMUSA había llegado) sirve para representar el producto de una manera no tangible, el prototipo Integral implementan la mayoría, sino todos, los atributos del mango. Es una versión totalmente operacional y a escala real del producto, la cual, como se dijo anteriormente, se realiza con el fin de identificar cualquier defecto remanente antes de comprometerse con la producción. En la figura 15 se pueden observar estos cuatro prototipos.

FIGURA 15
Tipos de prototipos



Fuente: Autoría propia.

Procesos

Prototipaje rápido: Es la fabricación capa por capa de un modelo físico tridimensional por medio de un software para diseño por computador (CAD). En la tabla 4 se muestra una matriz para seleccionar el proceso de fabricación del prototipo, tomando como criterios algunas características de las técnicas de prototipaje rápido antes mencionadas. (ASCAMM), (Rodríguez Carlos, notas de clase, Prototipaje rápido), (Kai y Fai, 2000), (xpress3d@, 2005).

TABLA 4
Matriz de selección de los tipos de procesos

TIPOS DE PROTOTIPAJE RÁPIDO	Peso %	FRESA CNC		SLS		FDM		SLA		3DP	
		Puntaje	P. Pond.	Puntaje	P. Pond.	Puntaje	P. Pond.	Puntaje	P. Pond.	Puntaje	P. Pond.
CAPACIDAD (Mm.)		1140 x 405 Mm. 1850 x 610 Mm.		720*380*380		203*203*305 600*500*600		508*508*600		190*190*150 1000*500*250	
DESPERDICIO	10	Material desbastado		Polvo reutilizable		Prácticamente nulo		Resina no curada		No hay, el polvo es reutilizable	
		4	0.4	10	1	10	1	10	1	10	1
PRECIO (US)	20	116 (\$266568)*		275-300		200-225		170		159 (\$365382)*	
		10	2	4	0.8	5	1	7	1.4	9	1.8
MATERIALES	20	Tipo de materiales ilimitado		PC, PA, fibra de vidrio, acrílicos Poliméricos, ABS Elastómeros.		cera de fundición, cera para mecanizado, ABS, PA, PE		Resinas epóxicas		Cerámicos, metales, polímeros y compuestos	
		10	2	7	1.4	3	0.6	2	0.4	4	0.8
PRECISIÓN DIMENSIONAL	10	+/- 0.005		+/- 0.015		+/- 0.127 Mm. en piezas de hasta 127mm		+/- 0.01		+/- 0.1	
		10	1	7	0.7	6	0.6	9	0.9	5	0.5
ACABADO	15	Muy bueno, con herramienta adecuada		Poroso		El espesor de capa es muy grueso		Buen nivel de detalle		Baja calidad Superficial en paredes	
		10	1.5	7	1.05	8	1.2	9	1.35	6	0.9
TIEMPO	10	Muy prolongado en piezas huecas 4 horas		Muy prolongado el calentamiento y enfriamiento de máquina		Rápido piezas huecas, lento piezas gruesas		Relativamente Rápido (2,54m/s-9,52 m/s)		De 5 a 10 veces más rápido que las demás tecnologías. 3 días	
		6	0.6	7	0.7	5	0.5	7	0.7	10	1
DISPONIBILIDAD	15	Fresadora de La compañía Milltronocs RH25.		American precision Prototyping, LLC. Estados Unidos		BuildFDM (USA) Universidad de los Andes y Nacional de Bogotá		InterPRO Estados Unidos		IMOCOM Con oficina en Medellín.	
		10	0.5	5	0.75	8	1.2	5	0.75	8	1.2
TOTAL		8		6.4		6.1		6.5		7.2	

* TRM: \$2298

Fuente: autoría propia

Según la información consignada en la matriz anterior, tipos de procesos, el prototipo del mango debe realizarse por fresado en control numérico aprovechando su disponibilidad dentro de la compañía, el buen acabado superficial, su precisión dimensional y el corto tiempo de fabricación.

Materiales

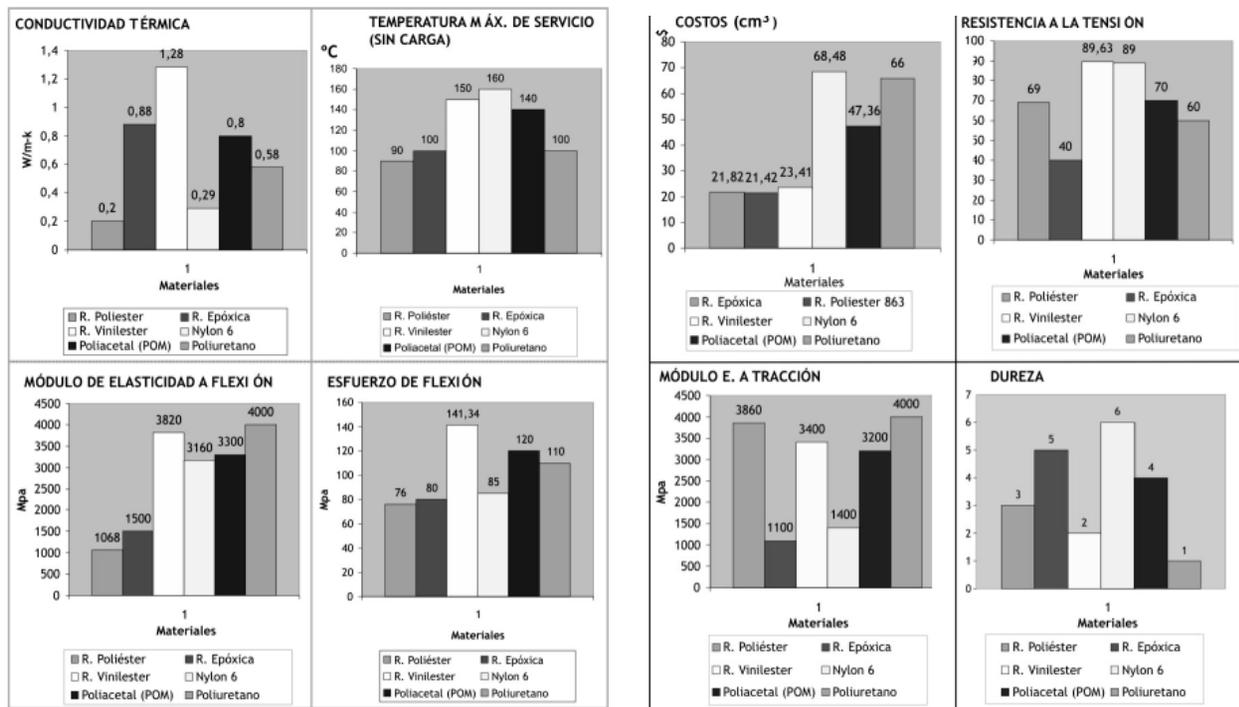
Basados en una matriz de selección, (ver anexo K), con parámetros de precio, disponibilidad, facilidad para maquinarlo

y temperatura de servicio, se pregunta a expertos del tema (distribuidores, ingenieros, profesores, etc) y se eligen: resina poliéster (UP), resina epóxica (EP), resina vinilester (VE), Poliamida (PA), Poliacetal (POM) y Poliuretano (PU).

Como el producto estará en contacto con una fuente de calor y será manipulado durante la prueba de usuario, es necesario conocer algunas de las propiedades de los materiales seleccionados. La conductividad térmica permite saber qué tanto el material conduce calor; la temperatura máxima de

servicio define la temperatura que soporta antes de deformarse o cambiar sus propiedades; el costo por cm³ permite comparar el precio en el que se consiguen los diferentes materiales; con la dureza se presume su flexibilidad y el módulo de elasticidad a flexión y a la tracción, el esfuerzo de flexión y resistencia a la tensión define la capacidad que tiene el material para resistir las cargas. Ver figura 16.

FIGURA 16
Propiedades y características de los materiales seleccionados



Fuente: Autoría propia

Conclusiones de los diagramas de barras

- Aunque la resina Viniléster presenta la mayor conductividad, este valor se considera bajo al compararlo con otros materiales. Esto sirve para determinar que todos los materiales mostrados en las gráficas cumplen con los requerimientos de seguridad según las especificaciones de diseño de producto.
- Aunque el Nylon® 6 sea el material que presenta el valor más alto de temperatura de servicio, todos los materiales analizados se encuentran dentro del rango de los requerimientos.
- Se puede observar que la resina Viniléster es la más resistente a la flexión por lo tanto se deduce que este material soporta más las cargas de uso.

- Debido a que el costo es un factor muy importante para la elección de los materiales en que debe ser fabricado el prototipo, el POM, el Nylon® 6 y el poliuretano se convierten en materiales que factiblemente pueden ser descartados. Por lo tanto los materiales que mejor cumplen el requerimiento de costo (económico) en las especificaciones del producto son las resinas viniléster, epóxicas y poliéster.

Fabricación de prototipos por control numérico

- Maquinado con fresadora por control numérico (CNC). El proceso se realiza como lo muestra en la figura 17.

FIGURA 17
Fabricación de prototipos por fresado CNC



Cabe anotar que el único material que presentó dificultades fue la madera. Aún después de haberle rebajado el avance al 80% de lo programado, o sea de 1500 mm/min a 1200 mm/min, ésta fracturó. Se debió restaurar y continuar con el maquinado a un avance del 50%, o sea, a 750mm/min. Dando como resultado una alta variación en las dimensiones establecidas (una de las dimensiones debería ser 4 mm. y se obtuvo 1.5 mm.) y una prolongación en el tiempo de maquinado y post-proceso.

Dependiendo de la calidad de las piezas obtenidas en la fresadora, se requiere o no un post-proceso. Éste puede consistir simplemente en lijar la pieza, como se analiza en los resultados mostrados en la tabla 5.

Con el fin de simular la textura dada a los moldes metálicos por electroerosión se puede utilizar la técnica de arenado. Este proceso se le aplicó al prototipo en resina poliéster ya que fue uno de los materiales que presentó mejor acabado superficial.

Luego de haber maquinado se seleccionan cuatro criterios para evaluar los materiales de los prototipos por medio de una matriz:

- Precio: Por su importancia dentro de los requerimientos del PDS.
- Acabado superficial: Debido que será usado para pruebas con los usuarios objetivos, simulando lo más exacto posible el material final.
- Tiempo del Post-proceso: al incrementar el tiempo de fabricación se incrementa el costo. Además al tener que intervenir manualmente la pieza ésta puede perder sus características formales.
- Resistencia al peso del sartén: Para que el prototipo pueda ser apto para pruebas.

Los materiales que cumplen con estos criterios además de presentar buen acabado superficial son la resina vinilester y la poliéster.

TABLA 5
Resultados de prototipos maquinados

	MATERIALES	RESULTADO	OBSERVACIONES
1	Poliamida		<ul style="list-style-type: none"> •Acabado superficial: Muy malo. Parte del residuo se queda pegado de la pieza. •Postproceso: Lento y difícil de pulir
2	Poliacetal		<ul style="list-style-type: none"> •Acabado superficial: Muy regular. Parte del residuo se queda pegado de la pieza pero menos que la poliamida. •Postproceso: Lento y difícil de pulir
3	R. Poliéster		<ul style="list-style-type: none"> •Acabado superficial: Muy bueno. El paso de la herramienta se ve poco. •Postproceso: Fácil de pulir, muy buen acabado
4	R. Vinilester		<ul style="list-style-type: none"> •Acabado superficial: Bueno. Se ve un poco el paso de la herramienta •Postproceso: Mediana dificultad para pulir, acabado bueno, se ve un poco rayado.
5	R. Epóxica		<ul style="list-style-type: none"> •Acabado superficial: Bueno. Se ve un poco el paso de la herramienta y color grisáceo. •Postproceso: Fácil de pulir, buen acabado
6	Madera		<ul style="list-style-type: none"> •Acabado superficial: Malo. Se ve mucho el paso de la herramienta. •Mayor tiempo de maquinado •Postproceso: Fácil de pulir, buen acabado.

Fuente: Autoría propia

En el fresado por control numérico, la alta fidelidad dimensional y el buen acabado superficial no sólo dependen del material sino también de las especificaciones que se le den a la maquina en el CAM.

En esta fase de diseño y fabricación de prototipos se puede iniciar la verificación del producto tanto con pruebas físicas como de usuario. Sin embargo, en caso de que se requiera obtener varias piezas a partir del prototipo analizado, es necesario pasar a una segunda etapa de fabricación de prototipos.

7. FABRICACIÓN DE PROTOTIPOS POR TÉCNICAS DE SEGUNDA FASE

Consiste en la fabricación de varias piezas obtenidas a partir de un molde, lo cual permite obtener varios prototipos con la misma calidad y precisión.

Materiales

En este proyecto se utiliza la silicona puesto que presenta las siguientes ventajas frente a los otros materiales:

- Puede ser utilizado para modelar diferentes materiales.
- Su gran elasticidad evita que el caucho de silicona se desgarre.
- Tiene un excelente copiado debido a su propiedad de baja dureza.
- Alargamiento 250 - 400%.
- Resistencia al calor hasta 250° C.
- El número de prototipos necesarios para realizar pruebas físicas y de usuarios no supera la cantidad que se puede alcanzar a reproducir con los moldes en silicona, aproximadamente 50.

La silicona en la que se fabrica el molde del mango es la RTV 41 (Room temperature vulcanized) la cual es la referencia más utilizada para la fabricación de moldes de alta duración.

Procesos

Para la reproducción de los prototipos inyectados se selecciona la técnica tipo bloque en dos partes dado que, además de acoplarse a las características del mango, su fabricación es más ágil y sencilla que otras opciones.

Materiales para inyectar

Teniendo el molde listo se procede a vaciar el material seleccionado. Para la reproducción del prototipo maquinado en CNC se eligen: las resinas Viniléster, epóxica y el poliuretano líquido. Las resinas dado que son las que tienen el puntaje más alto en la matriz de materiales, se pueden vaciar y presentan una buena resistencia a la temperatura. El poliuretano líquido, como lo mostrado en el diagrama de

barras presenta valores de sus propiedades muy positivos. Aunque tiene altos costos para la primera fase debido a la cantidad de material requerido, para esta segunda fase en la que solo se necesita el volumen del mango el costo no es un criterio decisivo

En la tabla 6 se observan los resultados obtenidos por este proceso con sus ventajas y desventajas.

TABLA 6
Resultados de las piezas inyectadas

	MATERIALES	RESULTADO	OBSERVACIONES	Ventaja	Desventaja
1	R. epóxica		•Acabado superficial:		
			Opaco	x	
			adquiere bien la textura del molde.	x	
			Presenta burbujas en la parte posterior Quebradiza.	x	x
2	R. vinilester		•Acabado superficial:		
			Brillante		x
			Presenta burbujas		x
			Textura rizada		x
3	Poliuretano		•Acabado superficial:		
			Opaco	x	
			Adquiere bien la textura del molde.	x	
			Conserva las dimensiones.	x	

Fuente: Autoría propia.

El proceso de inyección de polímeros, es un método económico para reproducir prototipos de buen acabado que cumplan con las especificaciones establecidas.

8. COSTOS

Para la primera fase (ver tabla 7) se especifica el precio promedio de la preparación del material en máquinas convencionales (fresadora, torno), el precio promedio del maquinado con fresadora CNC, la cantidad de material necesario, el precio por centímetro cúbico del material (\$/cm³), el precio total del material necesario (subtotal material) y finalmente el precio total que incluye material y maquinado. Para la segunda fase, se especifica el precio del molde, que incluye los materiales (sin los costos de mano de obra), el volumen del material necesario, el costo por centímetro cúbico de cada material utilizado (\$/cm³), el precio total del material necesario (subtotal material) y precio total que incluye material y molde. Finalmente se presenta un ejemplo en el que se sugiere la fabricación de un prototipo maquinado en fresadora por control numérico en poliéster y la fabricación de diez prototipos inyectados en poliuretano usando un molde en silicona tipo bloque de dos partes. Con un resultado de \$36.400 por cada prototipo.

TABLA 7
Costos de fabricación de prototipos

1ª FASE

Precio promedio de preparación de material para maquinado:

Polímeros 5.5h * \$35000/h \$ 17.500

Precio promedio maquinado:

3Polímeros 4h x 50000\$/h \$ 200.000

Madera 7h x 50000 \$/h \$ 350.000

Material maquinado

Volumen caja = 6 * 4.5 * 25 = 675 cm³

Volumen de los materiales en barra: 3.81 * 4 * 25 = 381 cm³

MATERIAL	\$/cm ³	SUBTOTAL (\$) Material	TOTAL (\$) c/u
Poliamida (PA)	68,48	26.090	243.590
Poliacetal (POM)	47,36	18.044	235.544
Madera	1,2	457	367.957
R. viniléster	23,41	15.802	233.302
R. epóxica	21,82	14.729	232.229
R. Poliéster	21,42	14.459	231.959

2ª FASE

Molde: \$103.000

Volumen del material inyectado(cm³):

43,065+20% = 43,9 = 44

MATERIAL	\$/cm ³	SUBTOTAL (\$) Material	TOTAL (\$) c/u si se inyectan 10
R. Viniléster	23,41	1.030	11330
R. Epóxica	21,82	960	11260
PU	66	2.904	13204

Ejemplo:

Prototipo en poliéster maquinado: \$ 231.959

10 prototipos vaciados en poliuretano: \$ 132.040

10 Prototipos \$ 363.999

Cada prototipo	\$ 36.400
----------------	-----------

Fuente: autora propia

9. VALIDACIÓN

La razón más importante de la fabricación de prototipos Integrales es la posibilidad que éstos ofrecen para evaluar el diseño del producto antes de producirse y así evitar errores que pueden significar pérdida de dinero y reputación para el fabricante, en este caso IMUSA.

Sesión de grupo

En la sesión de grupo se utilizaron dos sartenes de la línea *Splendor* a los que se les ensamblaron los prototipos maquinados en resina viniléster, por su buen acabado superficial y alta temperatura en servicio, y resina poliéster ya que fue a este al que se le practicó el arenado. Se realizó a 6 mujeres de estratos 4,5 y 6 entre los 40 y 60 años quienes toman generalmente la decisión de compra de los artículos de cocina como se ve en la figura 18.

FIGURA 18
Sesión de grupo



Fuente: autoría propia

CONCLUSIONES DE LA SESIÓN DE GRUPO

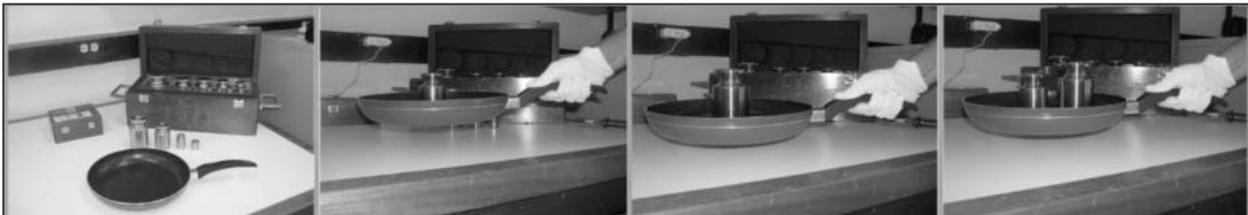
- Según los resultados de esta prueba, el viniléster puede ser usado como material para fabricar el prototipo del mango puesto que:
 - No sufrió deformación visible por causas térmicas ni mecánicas.
 - No llegó a un nivel de temperatura perceptible por los usuarios, lo que lo convierte en un prototipo ideal para hacer pruebas confiables.

- Los materiales usados para esta prueba (poliéster y viniléster) sirven para simular las características físicas del material final (baquelita) como: simular su apariencia y dar la posibilidad de utilizar el sartén en una cocción por más de 20 minutos sin deformaciones aparentes, evitando así errores en los resultados arrojados en la sesión.
- La textura lograda en el prototipo por medio del arenado sirvió para simular mejor las características superficiales del producto.
- Los estudios realizados sobre la forma que debía tener el producto para brindar mayor comodidad al usuario en el momento de uso, se vieron reflejados en los comentarios y actitudes de la muestra. Estos estudios se refieren a:
 - La curvatura del mango para que se acople a la forma de la mano en el momento del agarre, brindando así seguridad y comodidad.
 - Posición y forma más cómoda del dedo pulgar e índice en el mango para la población seleccionada.
- Algunas usuarias de la muestra piensan que brinda mayor comodidad un mango macizo.
- La concavidad del mango se percibe cómoda por su facilidad de lavado ya que no posee ángulos rectos y sus espacios son accesibles.
- Las líneas en relieve de la parte superior dan la sensación de seguridad evitando deslizamientos.
- A diferencia del mango usado actualmente por IMUSA en las referencias *Prestige* y *Splendor*, el extremo contrario al sartén, del mango diseñado es preferido por las usuarias por ser más delgado.

Prueba de resistencia al esfuerzo

Se realiza una prueba de resistencia al esfuerzo que debe soportar el mango para el ensayo basado en la norma NTC. 2169 (3 kg) (ver figura 21).

FIGURA 19
Prueba de resistencia al esfuerzo



Fuente: Autoría propia

Aunque todos los mangos presentan deflexión, ninguno llega a la fractura. Por lo tanto todos los mangos son aptos para realizar las pruebas de usuario necesarias en cuanto al peso que deben soportar en ellas.

Prueba de resistencia a la temperatura

Esta prueba se realiza para analizar el comportamiento que presentan cada uno de los mangos realizados, por primera y segunda fase, al soportar por 15 minutos un sartén con agua a fuego alto, como lo especifica la norma NTC. 2169.

FIGURA 20
Puntos donde se tomó la temperatura



Fuente: Autoría propia

La resina viniléster tiene el valor más alto de conductividad térmica entre los materiales analizados, puesto que la temperatura que ésta alcanzó en el tiempo establecido para la prueba (15 min.) está por debajo de los valores límites permisibles, se concluye que los materiales seleccionados para realizar los prototipos son seguros con respecto a la transmisión de temperatura.

CONCLUSIONES

- Todas las características de diseño del producto fueron percibidas y aceptadas por la muestra de usuarios del público objetivo de sartenes de la línea de antiadherentes *Prestige* y *Splendor* de IMUSA.
- Con el diseño planteado se puede lograr una disminución de los costos, debido a la reducción de la masa de hasta un 22.77%, con respecto a los mangos usados actualmente en las referencias *Splendor* y *Prestige*. Esto, sin sacrificar las características formales del diseño en cuanto a estética y ergonomía.
- Para cumplir el objetivo de realizar un prototipo integral, es decir, apto para pruebas de usuario, debe fabricarse por el método de fresado por control numérico por su disponibilidad dentro de la compañía, acabado superficial, precisión dimensional y tiempo de fabricación utilizando las resinas poliéster y viniléster porque soportan la temperatura utilizada en las pruebas (90°C) sin deformarse, por el precio, acabado superficial, tiempo de post-proceso y resistencia al peso del sartén.
- Las resinas poliéster y viniléster mejoran el desempeño de los prototipos en las pruebas de usuario puesto que simulan mejor las características del material final (baquelita). Esta similitud, basada en acabado superficial, precisión dimensional, resistencia a la temperatura, baja conductividad térmica, y resistencia a la flexión dan mayor confiabilidad en los resultados arrojados en las pruebas de usuario.
- Las características mencionadas en las conclusiones anteriores, permiten que los prototipos puedan ser manipulados y usados en el contexto real, hecho que permite concluir que son mejores que el prototipo de mango referencia 510 fabricado en IMUSA.
- Para reproducir prototipos integrales la técnica de vaciado de resinas en molde de silicona es una buena opción puesto que permite fidelidad en los acabados superficiales, agilidad en la fabricación y menor costo que por control numérico. (El costo de fabricar 10 prototipos por inyección, equivale al 5% del costo de fabricarlos por fresado).
- Para la fabricación de prototipos por segunda fase, es decir para obtener varias piezas de un molde, se recomienda utilizar el poliuretano puesto que cumple con los requerimientos especificados en cuanto a resistencia a la temperatura, resistencia al peso, acabado superficial y estabilidad dimensional.
- Aunque el alcance inicial era fabricar de 3 a 5 prototipos (cantidad planteada en las especificaciones de diseño de

producto), la técnica propuesta permite reproducir una cantidad mucho mayor (aproximadamente 50 piezas).

- Los resultados positivos del proyecto se dieron gracias al enfoque que tiene la metodología en satisfacer los deseos y demandas de los usuarios, tanto IMUSA como el usuario final, según los resultados obtenidos en el capítulo de validación.
- Los hallazgos anteriores llevan a concluir que la metodología propuesta en este proyecto logra mejorar el proceso de diseño y fabricación de prototipos de mangos.

BIBLIOGRAFÍA

BEER, F.P. JOHNSTON, E.R. De WOLF, J.T. Mechanics of Materials. Tercera edición. Editorial McGraw-Hill. Estados Unidos.1981.

COOPER, Keneth G. Rapid Prototyping Technology. Marcel Dekker, Inc., 2001. Cap. 1.

DOMININGHAUS, Hans. Plastics for engineers : Materials, properties, applications. Munich: Hanser; 1993. 779p.

MULLER, Wim. Order and Meaning in design. The Netherlands: Lemma Publishers;

PANERO, JULIUS; ZELNIK, MARTIN. Las dimensiones humanas en los espacios interiores: estándares antropométricos.1996. Barcelona: G. Gili. 2001.

TILLEY, ALVIN R. The Measure Of Man And Woman : Human Factors In Design.2002. NEW YORK : JOHN WILEY & SONS.

ULRICH, Kart y EPPINGER, Steven. Product Design and Development. 3 ed. Boston : Mc Graw Hill, 2004. 366 p.

VELÁSQUEZ, Alejandra. Curso de moldes de yeso y silicona. Medellín: Universidad EAFIT. 2003

CASTAÑO, Mariana. Analista de mercadeo metálicos de IMUSA, 2004.

VARGAS, Mauricio. Gerente de Operaciones de IMUSA.

**DISEÑO DE UN
PRODUCTO PARA
MOBILIARIO
URBANO A PARTIR
DEL ESTUDIO
DE MATERIAL
PLÁSTICO
RECUPERADO DE
LA EMPRESA
PELLET'S LTDA.**

AUTORA

LONDOÑO O. MARIA ISABEL

ÁREA DE ESTUDIO

MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

RESUMEN

Este proyecto de grado se basa básicamente en la integración de tres temas: estudio de material, mercadeo y diseño, en un proceso simple con el cual como ingeniero de diseño busco culminar esta etapa de formación realizando un proyecto involucrando diferentes métodos aprendidos en el proceso.

En la actualidad el mundo ha tomado una mayor conciencia para reciclar, es por eso que el mundo hoy piensa en recuperar el material industrial y elaborar nuevos productos a partir del material resultante de dicho proceso. Esta concientización de las personas ha hecho que el mercado evolucione pensando en la prevención de los impactos ambientales y generando gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas que abarca.

Este proyecto parte de la necesidad de estudiar el material (desperdicio) industrial recuperado de la empresa PELLET'S LTDA., para que a partir de dicho material se diseñen productos que aprovechen las características del material que sale de allí, ampliando el mercado de la empresa.

Después de analizar y realizar pruebas al material seleccionado se puede establecer que este mantiene sus propiedades a pesar del proceso al que se somete para su recuperación, es así como se determina que el material debe ser analizado como material de primera, situación que amplía las posibilidades de comercialización del material y que permite que este sea utilizado para cumplir el objetivo trazado en este estudio construir amoblamiento urbano para unidades residenciales, a partir de material plástico recuperado, es allí donde se inicia un proceso en el que se combinan varias metodologías, posterior al análisis inicial del material se realiza una etapa de mercadeo, en la que se definen las necesidades y requerimientos del consumidor, al fundir el resultado de estas dos etapas se generan y construyen alternativas de formas, texturas, colores, necesidades, conceptos y demás, a partir de los cuales se inicia el proceso formal de diseño en el que se delinea y esquematizan varias alternativas para la realización del producto, luego se realiza un proceso de auto evaluación a dichas alternativas, con el fin de seleccionar la que mas se acomoda a las necesidades del cliente objetivo y al concepto previamente establecido y posteriormente se realiza el proceso de corrección y pulimiento de la alternativa seleccionada, finalmente se construyen los planos, esquemas y el modelo del producto desarrollado; adicionalmente con piezas realizadas a escala en material real se realizan pruebas que permiten establecer la calidad del producto y el cumplimiento de las hipótesis establecidas en el desarrollo del proyecto.

ABSTRACT

This thesis is based mainly in the integration of three topics: material study, marketing and design. It is a simple process that involves different methods that were learned in my career. I hope to finish my finish my major with this project.

Nowadays, the world is more conscious about recycling and that is the reason why people all over the world think about recovering the industrial material and elaborating new products out of the material that results from this process.

The fact that now more people are conscious has made the market evolve in terms of preventing the impact on the environment and generating a great number of relationships in the economic, ecologic, social and technological Áreas.

The idea of the project came up when I found the need to study the industrial material remain that was recovered from the company PELLET'S Ltda.

This new material can be used by the company to design new products and broaden the company's market portfolio.

After analysing and testing the chosen material, one can conclude that it keeps its properties despite the process that it has to go through to recover it. This is the way how you can determine that the material must be analyzed as first class material.

It is a situation that increases the possibilities of commercializing the material and allows the material to be used for accomplishing the goal set in this study which is building, at the same time, an urban dwelling for residential units (using plastic that was recovered). This is the starting point of the process in which several methodologies are combined. After the material's initial analysis, a marketing stage is performed and the consumer's needs and requirements are defined. Once the results of these stages are reported, new alternatives with different forms, textures, colours, needs, concepts and more are generated and built. Out of these new alternatives, the formal process of design begins and new and several alternatives are designed and outlined in order to make the product. Then, a process of self-evaluation is done to these alternatives with the objective of choosing the one that adapts in the best way to the target client's needs and the concept that was previously established. Then, the process of correcting and polishing the chosen alternative is executed.

Finally, sketches and the product's developed model are built. Additionally, when using pieces that were produced at scale with real material, tests are done. They allow generating the quality of the product and the fulfilment of the established thesis in the development of the project.

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo ha tomado una mayor conciencia para reciclar, es por eso que hoy se piensa en recuperar el material industrial y poder elaborar nuevos productos a partir del resultante de dicho proceso. Esta concientización de las personas ha hecho que el mercado evolucione pensando en la prevención de los impactos ambientales.

Sabemos que el reciclaje industrial del plástico conforma un campo de investigación y trabajo relativamente nuevo, pero es un área que se desarrolla rápidamente debido al gran número de interrelaciones económicas, ecológicas, sociales y tecnológicas que abarca.

Como Ingeniera de Diseño de Producto siento la responsabilidad de apoyar esta nueva tendencia del mercado por el material recuperado proyectando utilizarlo para construir

- **Investigación del mercado:** Es aquí donde se define claramente el cliente al cual va dirigido el producto a desarrollar; como primera medida se realiza un objetivo a partir de allí se hace una investigación cuantitativa (encuesta) a personas que frecuentan lugares al que va enfocado el producto, se tabulan y se mira que es lo que busca el consumidor, a que segmento va dirigido como por ejemplo, las texturas, los colores, las formas, entre otros.
- **Proceso de diseño:** Evidenciar todo el proceso de diseño, argumentando la propuesta definitiva, terminando con un modelo en blanco del producto final.
- **Estudio del material:** A partir del proceso de diseño seleccionar adecuadamente el productos para mobiliario urbano.

Este proyecto parte de la necesidad de estudiar el material (desperdicio) industrial recuperado de la empresa PELLET'S LTDA para que a partir de el se diseñen productos que aprovechen las características del material que sale de allí, este estudio permite que la empresa amplíe sus líneas de acción, bien sea ofreciendo el material a un mayor numero de clientes potenciales que en la actualidad se desconocen o ampliando el portafolio de servicios mediante la manufactura de productos, dado que la empresa tiene una tendencia que cada día va creciendo y que es una cultura para el mundo.

Teniendo en cuenta algunos requerimientos para el estudio del material, el desarrollo del producto y el contexto se ha estructurado el proyecto dentro de unas áreas concretas:

- polímero a trabajar de la empresa PELLETS LTDA dependiendo del producto caracterizado y mirar la pérdida de propiedades después del proceso de pelletización y a partir de las pruebas básicas que se le realizarán al material seleccionado.

2. INVESTIGACIÓN DE MERCADOS

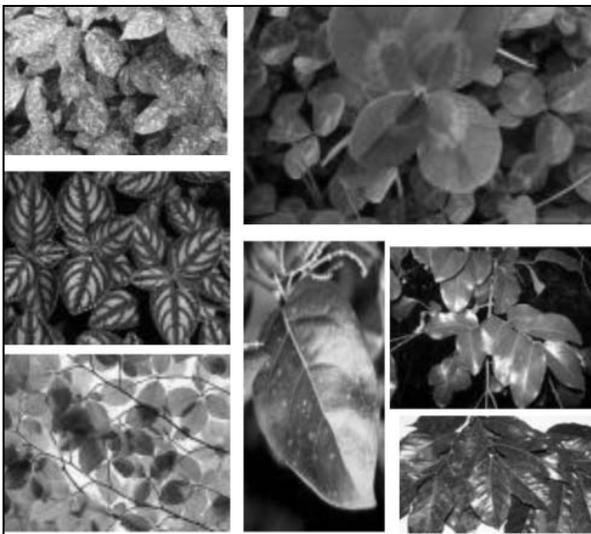
La investigación del mercado está dirigida directamente a las unidades cerradas, el objetivo es investigar el mercado del segmento de mobiliario para definir las características que debe tener el producto según las necesidades del consumidor.

2.1. Hallazgos

El segmento de mercado al que nos podemos dirigir es a personas entre los 21 y 45 años, de los estratos 5 y 6, que frecuentan el parque de las unidades residenciales.

3. REFERENTE FORMAL

El referente que representará en un mayor nivel el concepto de natural y tranquilidad, este caso se selecciona como referente la hoja que tiene una geometría simple.



Concepto:

- Tranquilidad: Serenidad, calma, paz, seguridad, reposo y quietud.
- Natural: Formas orgánicas de la naturaleza (hoja-semillas).

4. ESTUDIO DEL MATERIAL

Esta etapa del trabajo lo que pretende es identificar las características del material recuperado.

Material recuperado "PP"

Propiedades mecánicas

- Semirigido

Propiedades Ópticas

- Translucidas

Densidad

- Rango 0.79-1

Comportamiento de la llama

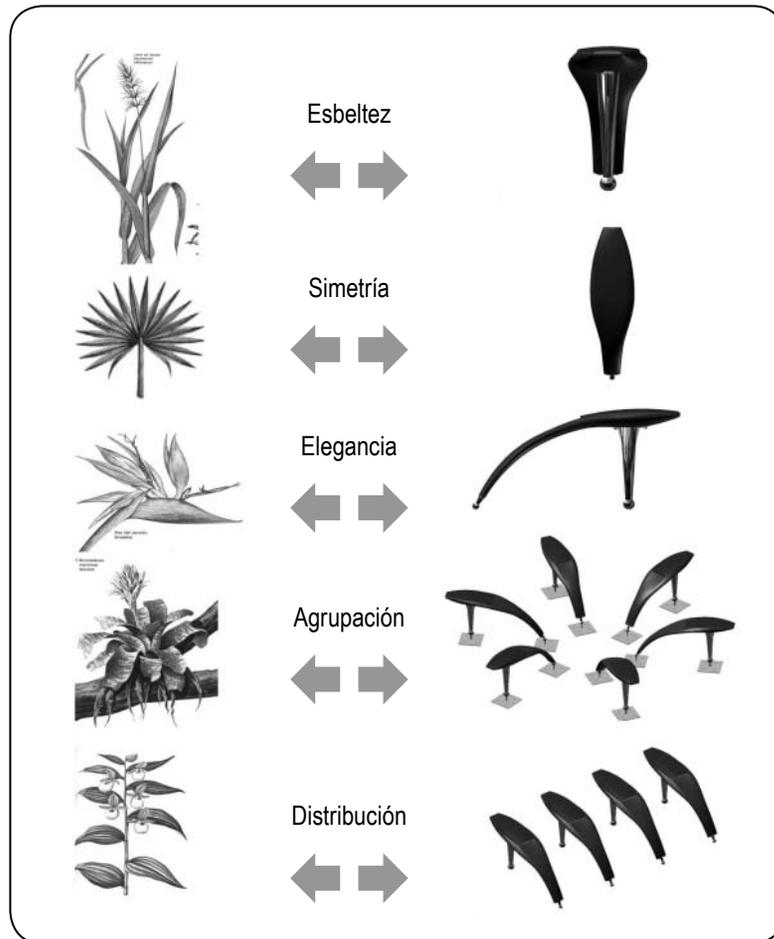
- Fácil de incendiar
- La llama continua ardiendo después de ser retirada el mechero
- Llama azul con extremo amarillo
- La muestra persiste después de que se retira de la llama
- La muestra funde y no gotea
- Las gotas siempre arden
- Olor a vela encendida
- No hollín
- Humos blancos

Pirolisis

5-5.5 Neutro

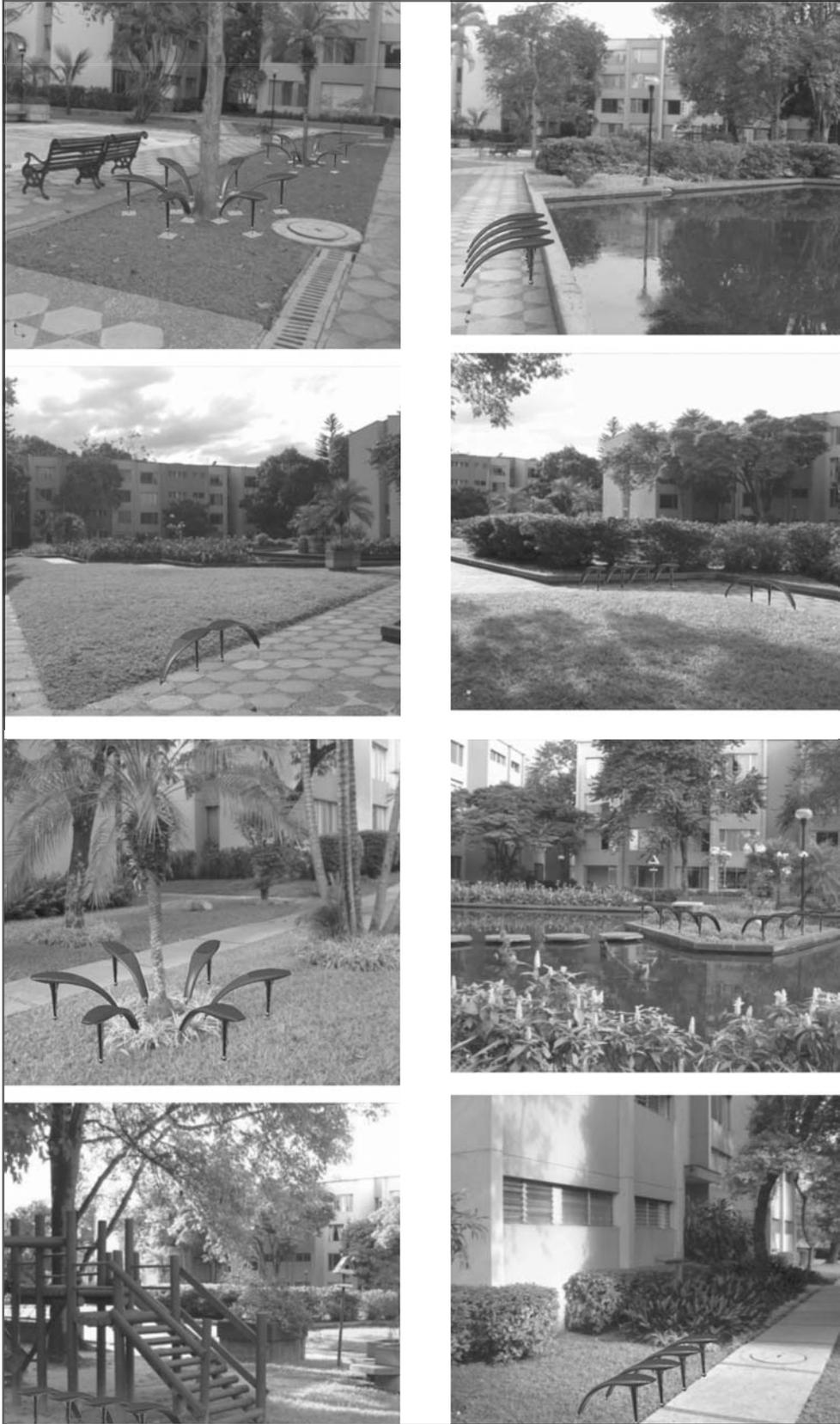
5. FORMALIZACIÓN

A partir de los requerimientos de diseño, se presentan diferentes formas que fueron extraídas para concluir en el producto a desarrollar (banca); partiendo desde lo básico hasta sus diferentes transformaciones.



6. CONTEXTO

La banca marca formalmente una diferenciación con respecto a lo que existe en el mercado. El diseño logra romper prudentemente con la tendencia.



7. CONCLUSIONES

- La manera adecuada de procesar el plástico recuperado es mediante procesos de extrusión o inyección, en los cuales se aprovechan y optimizan las características de este tipo de material.
- En el diseño y desarrollo de un producto se funden varias líneas de investigación, las cuales permiten satisfacer las necesidades de un cliente de una manera estética e innovadora con el fin de competir en el mercado con productos similares, en este caso el producto tiene un valor agregado, dado que utiliza como materia prima el material recuperado generando ahorro de recursos y una mejor interacción con el medio ambiente.
- En el desarrollo de un diseño es muy importante identificar las necesidades y requerimientos del usuario, como punto de partida para la realización del proceso, con el fin de satisfacer al usuario y así tener un buen proceso de comercialización, pues este es el objetivo final del desarrollo de un producto.
- Al comparar las propiedades de un material original versus un material recuperado se puede observar que este último no tiene una pérdida significativa de propiedades, por lo cual para este caso se asume el material recuperado con las características del material original, sin embargo vale la pena hacer la salvedad que el material utilizado en este caso es material recuperado de proceso industrial, dado que el material recuperado post-consumo pierde muchas de sus propiedades.

8. BIBLIOGRAFÍA

- GROOVER, Michael P. Fundamentos de manufactura moderna. Materiales, procesos y sistemas. México: Prentice hall hispanoamericana, 1997. Capítulo 10, Pág. 183.
- MORTON-JONES. Procesamiento de plásticos: inyección, moldeo, hule, PVC. México: Limusa, 1993
- Primer simposio internacional del plástico y del caucho, Memorias volumen II. Medellín: febrero 23 al 25 de 1993.
- DUISBERG, Carl; Gesellschaft e. V. Seminario internacional sobre reciclaje de plásticos. ICIPC. Medellín: 1995.
- ULRICH, Kart T; EPPINGER Steven D. Diseño y desarrollo de productos enfoque multidisciplinario. Tercera edición. México: Mc Graw Hill. 2004.
- McDANIEL, Carl; GATES Roger. Investigación de mercados contemporánea. Editores Thomson.
- CROSS, Nigel. Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos. México: Limusa NoriegaEditores, 1999.

**DESARROLLO DE
UN CALENTADOR DE
PASO DE AGUA
PARA AMPLIAR
EL PORTAFOLIO DE
PRODUCTOS
MANUFACTURADOS
POR INDUSTRIAS
HACEB SA.**

**PROYECTO
“PROMETEUS”,
DESARROLLO DE
UN CALENTADOR DE
PASO DE AGUA**

AUTORES

JUAN CARLOS CAMACHO SANÍN
juancam@haceb.com

JUAN ESTEBAN YEPEZ CIFUENTES
Esteban_yepes@yahoo.com

ÁREA DE ESTUDIO
MECHANICAL ENGINEERING &
INDUSTRIAL DESIGN

RESUMEN

Por medio de los proyectos de investigación aplicada, Industrias Haceb SA pretende hacer un puente entre la academia y la industria, que le permita hacer desarrollos que de otra forma no serían posibles si se tienen en cuenta los costos, la disposición del personal y la calificación del mismo.

A continuación se presenta una propuesta de apropiación tecnológica de Haceb S.A. para desarrollar un calentador de paso de agua, que le permita sustituir las importaciones de este producto a un fabricante actual y siguiendo las políticas de calidad de la empresa.

Es así como mediante una metodología aprendida en la academia y complementada por la empresa, un par de estudiantes de Eafit se dieron a la TÁREA de solucionar un problema de diseño real que sirviera como proyecto de grado para la carrera de Ingeniería de Diseño de Producto.

El análisis sistemático del producto actualmente comercializado, acompañado por el diseño metódico y detallado del sistema produjo como resultado un calentador de agua que cumple con los requisitos de funcionamiento enunciados por la empresa y los usuarios, además de presentar grandes mejoras en desempeño, reducción de partes y disminución de tamaño.

La meta de este proyecto es la producción de este producto y sustituir totalmente las importaciones.

PALABRAS CLAVE

Calentador de paso, estudio de mercado, estudio de usos, PDS, proyecto de investigación aplicada, diseño integrativo, diseño para la manufactura, diseño para el ensamble, diferenciador, emisiones, high tech.

ABSTRACT

By means of applied investigation projects, Haceb S.A. Industries pretends to build a bridge between the academy and industry, allowing the achievement of diverse developments that in any other way would not be possible if you take into account the high costs, staff requirements and qualifications.

It's a technology apropiation proposal from Haceb S.A. to develop a water heater powered by natural gas, which allows it to substitute actual importations of the product, under the quality policy of the organization.

This is how under a methodology learned in the academy and reinforced by the industry, a couple of Eafit University students took the task of solving a real design problem that served them as Thesis for de product design engineering degree.

The systematic analysis from the actual commercialized product, accompanied with method and detailed design came out with a gas water heater which complies with the technical requirements specified by the organization and users, and also present great improvements in performance, number of component reduction and overall size.

This project goal is to achieve the production of the product and fully substitute the actual importation.

INTRODUCCIÓN

En un mundo cada vez más globalizado y competitivo, cobra vital importancia para las industrias el desarrollo de proyectos de investigación, que puedan derivar en productos con alto valor agregado para el usuario, donde el diseño y la innovación se convierten en conceptos clave para asegurar el sostenimiento y crecimiento de las empresas en un mercado internacional cada ves mas competido.

Con esta filosofía en mente, Industrias Haceb S.A. ha querido integrar a las universidades dentro de sus proyectos de investigación aplicada, dándole cabida a nuevas propuestas de diseño y tecnología, las cuales son apoyadas y complementadas por medio de la conformación de equipos multidisciplinarios que enriquecen el proceso, al integrar la teoría académica con la experiencia acumulada de las empresas.

Estas alianzas buscan el beneficio mutuo, pues las empresas se actualizan en cuanto a la teoría e ideas nuevas, buscando llenar espacios que por el acelerado progreso al que se ven sometidas no alcanzan a llenar con su personal. Para las universidades y para los estudiantes es muy provechoso, pues les permite medir sus conocimientos al aplicarlos a un problema real de la industria nacional, es así como esta simbiosis se presenta vital para el buen desarrollo del país, generando productos y desarrollos que le permitirán en un futuro ser mas competitivo y enfrentar los procesos de globalización de mejor manera, para aprovechar al máximo las oportunidades que el mundo le ofrece.

Fue así como se generó el proyecto de desarrollo del calentador de paso "Prometeus", como una propuesta para ampliar el portafolio de productos manufacturados de Industrias Haceb S.A. que busca el desarrollo de un producto pensado para los medios de producción de la empresa antes citada y con el aporte de diseño para la manufactura y el ensamble dados por los autores, estudiantes de la Universidad EAFIT y el desarrollo tecnológico de un sistema de combustión generado en el proyecto "Incidencia de la altitud y atenuación de sus efectos en quemadores atmosféricos de gas" desarrollado por el "Grupo de Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía" de la universidad de Antioquia e Industrias Haceb S.A.

1. DESARROLLO

El proyecto comienza con la necesidad de Industrias Haceb de recuperar el mercado de calentamiento de agua, el cual perdió en la última década con la entrada los calentadores de paso importados por la competencia, aunque Haceb trató de contrarrestar este suceso mediante la importación de calentadores de paso, esto no generó las respuestas necesarias en el mercado, pues al ubicarse como distribuidor de tecnología externa perdió algunas ventajas competitivas que tenía como empresa manufacturera.

Dado este problema Haceb se concentró en pensar como debía generar este desarrollo de una manera que generará diferenciadores respecto a los productos competidores, identificando así los problemas de combustión que tienen los calentadores de paso importados en los diferentes pisos térmicos de la región andina, característica principal de la geografía colombiana.

El proceso de combustión consiste principalmente en un agente combustible (gas natural o GLP) y aire, lo que genera una mezcla controlable, sin embargo esta cambia con la diferencia de presiones que se presentan con la variación de altura de las ciudades en América Latina, esto produce que las emisiones de monóxido de carbono aumenten en la medida en que sube la altura del lugar de uso de calentador, con el estudio realizado en el proyecto "Incidencia de la altitud y atenuación de sus efectos en quemadores atmosféricos de gas" antes citado, se desarrollo un procedimiento que inhibe este problema mediante la inyección de mayor cantidad de aire al sistema de combustión, disminuyendo la cantidad teórica de emisiones a cero, este sistema sin embargo carecía de un desarrollo manufacturero y de producto, lo que exigía un desarrollo posterior, el cual conllevó al proyecto "Prometeus". En la etapa inicial del proyecto se realizó un análisis de varios estudios de mercado y de usos, llevados a cabo por Industrias Haceb S.A. en el cual se identificó que era lo que quería, llamaba y emocionaba al usuario, como principal premisa para llegar a un producto exitoso, con la información adquirida en este proceso se generó la definición del producto como tal.

Para la definición del concepto de diseño se verifico, como primera medida, las necesidades y deseos de los usuarios, expresados en los estudios de mercado realizados por la empresa, en donde se logro evaluar los criterios de compra

más importantes para los consumidores y diferenciar así los satisfactores e insatisfactores del producto actual.

Tras encontrar que los criterios de compra mas importantes para los consumidores son capacidad, tipo de calentador, precio, marca y apariencia se define la solución a dichos criterios en un listado de requerimiento de diseño e ingeniería llamado PDS (product design specifications), donde se definen los atributos más importantes que el producto debe integrar y se cuida de cumplir las normas establecidas para este tipo de producto.

Como conclusión a este análisis se definió el producto como un calentador de paso de agua a gas, de 13 litros de capacidad, tipo B (calentador de paso de tiro natural).

Tras haber definido el concepto de diseño, se realizó un análisis de la funcionalidad del producto por medio de la definición del concepto de la función principal, en donde se encontraron las etapas necesarias para el calentamiento del agua y pasar a definir los elementos necesarios para el cumplimiento de la función establecida.

Ya concluido este paso se entro a realizar una modelación tridimensional de la propuesta resultante, donde se analiza y evalúan distintos parámetros de diseño para el ensamble y la manufactura, tales como ensambles para la integración y el desensamble y el análisis de la situación tecnológica de la empresa en sus procesos productivos. Pero siendo conscientes que el desempeño del producto debe primar.

Finalmente se fundamentó este desarrollo en la apropiación tecnológica, que para la empresa se traduce en sustitución de importaciones, entendiéndose como apropiación tecnológica todo sistema que es tomado de un modelo comercial y es mejorado, formal o funcionalmente según las condiciones del entorno.

Para el caso particular de este proyecto, se tomó como punto de partida los calentadores que actualmente comercializa la empresa producidos por CEM (Chile) y el análisis de tendencias de la competencia. Con lo que Haceb busca nivelar su portafolio respecto a sus competidores.

A dichos calentadores se les hizo un análisis de desempeño y ensamble, con lo que se obtuvo una valoración de cada

uno de los sistemas y componentes y según estos resultados intervenir el calentador tanto en su piezas internas como en su aspecto formal y obtener un modelo mas liviano, mas compacto, con menos partes, mejor funcionamiento y de fácil producción.

Paralelamente a e estudio funcional del producto se realizó un desarrollo formal de este, mediante el estudio de tendencias mundiales de diseño, la identificación de un referente formal y por ende la definición del concepto de diseño que se utilizaría para la presentación formal del producto.

2. RESULTADOS

Analizando detalladamente el quemador resultante del proyecto anterior se vio que el número de partes y procesos podía ser reducido, por lo que su número de piezas total del sistema se disminuyó en más de un 60% (imagen 1) y los procesos de unión fueron simplificados, sin sacrificar funcionalidad ni el desempeño en uso.

Sin embargo, uno de los inconvenientes que esto presenta, es que el costo de los herramentales se aumenta y se convierte esto en un motivo de análisis de costos a largo plazo.

Otra simplificación del sistema se ve reflejada en su tamaño, el cual pudo ser disminuido, dando como resultado un producto más compacto y liviano con un volumen de aproximadamente el 70% del producto que fue tomado como punto de partida

para el desarrollo del nuevo calentador. Esto pone en riesgo la circulación del aire, pero puede ser fácilmente controlado por medio de ventilas laterales en el sistema.

La apariencia del producto tiene como referente los diseños High Tech de las edificaciones de Norman Foster, considerado por muchos como el padre de dicha tendencia de diseño. Además presenta una apariencia, acabados y materiales acordes a los nuevos diseños y propuestas de la empresa (imagen 2), tanto en su línea de calefacción como de refrigeración.

CONCLUSIONES

El sistema propuesto, seguirá siendo sometido a pruebas dentro de los laboratorios de la Haceb, además de ser evaluado por distintos departamentos dentro de la empresa, con el fin de optimizar su desarrollo y minimizar los riesgos de producción.

La apariencia propuesta (colores, textura y materiales) será la utilizada para todas las pruebas de funcionamiento y de usuario, pero están sujetas a modificaciones, según las recomendaciones del departamento de mercadeo y ventas.

Las alianzas entre industria y universidad, permiten realizar una coyuntura real entre los conocimientos adquiridos y la aplicación de los mismos a una problemática de la industria nacional. Además de permitirle a las empresas realizar proyectos de investigación sin aumentar considerablemente los costos.

Imágenes

1. Explosivo del sistema propuesto.
2. Modelación tridimensional.

IMAGEN 1

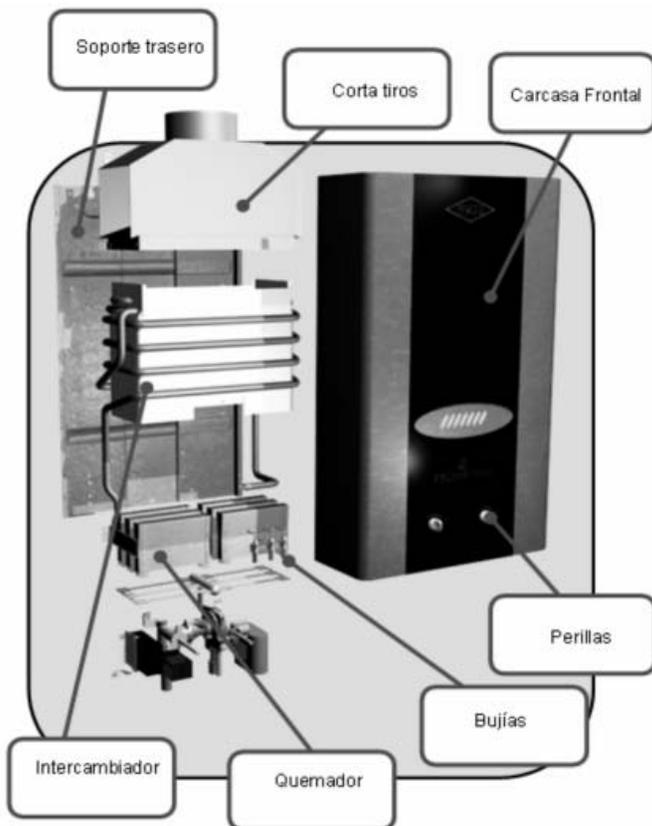


IMAGEN 2



**ESTUDIO DE
LA BIÓNICA COMO
METODOLOGÍA
APLICABLE EN
INGENIERÍA
DE DISEÑO DE
PRODUCTO Y
SU FORMALIZACIÓN
A TRAVÉS DE
UNA PROPUESTA DE
INVESTIGACIÓN DEL
SEMILLERO
HECAS-ID DE
LA UNIVERSIDAD
EAFIT**

AUTORES

LINA MARÍA MÉNDEZ G.
VIVIANA OTÁLVARO G.

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

ASESOR
SANTIAGO CORREA VÉLEZ

ABSTRACT

The bionic is an efficient tool for the definition of new concepts. In this study, the bionic theory and a general design methodology is combined, taking into account the user relationship with the product, within a specific context, based on an analysis elements as: shape, structure, mechanism and context, link to their own functionality.

This is formalized trough the abstraction of a concept, which is based on a functional analogy of the cytoskeleton and finalize in the development of a tensegrity structure with product design implementations and towards to a development project in the study group HECAS-ID of EAFIT University.

RESUMEN

La biónica es reconocida como una herramienta garante para la definición de nuevos conceptos. En este estudio se fusiona la teoría de la biónica con una metodología general de diseño, teniendo en cuenta la relación del usuario con el producto, dentro de un contexto específico, con base en el estudio de elementos de análisis definidos como: forma, estructura, mecanismo y entorno, vinculados con la función de los mismos. Lo anterior se formaliza en la abstracción de un concepto que tiene como base una analogía funcional del citoesqueleto y culmina en el desarrollo de una estructura de integridad tensional aplicada en el diseño de un producto y en un proyecto de investigación en el semillero HECAS-ID de la universidad EAFIT.

PALABRAS CLAVE

Biónica, Sistemas naturales, Citoesqueleto, Optimización geométrica, Eficiencia estructural, Integridad tensional, innovación.

INTRODUCCIÓN

La biónica se remonta a los primeros años y pobladores de este planeta. Desde entonces la emulación de las características de otros, ha sido la mejor estrategia para la supervivencia. Este estudio apunta a demostrar como la metodología de la biónica por medio del pensamiento analógico, redirecciona el pensamiento tradicional, tanto a nivel formal, como funcional acudiendo a la investigación de las estrategias de la naturaleza. En adición a esto busca fortalecer este concepto, fusionándolo con elementos de la Ingeniería que permitan una abstracción y particularización más clara, encaminando su funcionalidad al desarrollo de un producto exitoso.

Para este fin se ha realizado una investigación de seres naturales, documentada en un portafolio, del cual se seleccionó un principio de solución con base en el criterio de optimización geométrica, el citoesqueleto. Se ha descrito igualmente el proceso de abstracción de un concepto, las estructuras de integridad tensional. Este concepto es confrontado con uno convencional para estudiar las diferencias en su comportamiento por medio de un análisis exhaustivo en elementos finitos y pruebas finales en prototipos, finalizando en el planteamiento de un proyecto de investigación en biónica, enfocado al desarrollo de sistemas estructurales dentro del semillero de investigación del departamento de Ingeniería de Diseño de Producto.

LA BIÓNICA

La biónica es una ciencia basada en una técnica analógica que toma como objeto de estudio la fisiología, el comportamiento y los procesos biológicos de sistemas y seres naturales, para aplicar los principios de su funcionamiento al desarrollo de soluciones tecnológicas. Este aprendizaje que obtiene el hombre a través de la observación de la naturaleza tiene como mayor reto su uso en la producción de diseños cotidianos, adicionándoles una característica que es inherente a las soluciones abstraídas de la biónica, la innovación¹. Esto se logra por medio del análisis de la forma, los mecanismos, la estructura y el entorno, los cuales constituyen los elementos de análisis de un sistema natural. Estos elementos están directamente relacionados, y dependiendo de las características adaptativas de un ser vivo para su supervivencia en un contexto dado, sufren modificaciones que

especializan los procesos y funciones requeridas respecto a las condiciones del medio.

Dentro de las soluciones más comunes que se encuentran en la naturaleza están la flexibilidad, el ahorro de energía, lo máximo en lo mínimo, el todo es más que la suma de las partes, el aligeramiento y la forma como elemento funcional y estructural². Por lo tanto es evidente que la aplicación de estas cualidades que ofrece la gran diversidad de sistemas naturales que coexisten en el planeta, permite construir un modelo óptimo, económico y armonioso; orientado a obtener soluciones y productos que faciliten la vida humana.

METODOLOGÍA DE TRABAJO

Esta metodología se basa en la fusión de la teoría de la biónica con una metodología general de diseño, teniendo en cuenta la relación Hombre-Artefacto-Contexto y los elementos de análisis de la naturaleza. La tarea del diseño es lograr satisfacer las necesidades y deseos del hombre, identificando requerimientos específicos y características técnicas relacionadas con estos en un contexto determinado y de acuerdo al estado del arte del producto. Estos elementos forman un sistema cerrado e interdependiente, el hombre crea artefactos para su propio uso dentro de un contexto definido y a su vez, el contexto genera unas características específicas de uso.

Así mismo existen cuatro elementos básicos para lograr una abstracción desde la biónica de un ser vivo. Estos elementos están directamente relacionados entre sí y son la forma, los mecanismos, la estructura y el entorno con una característica en común: la funcionalidad. Utilizando la metodología analógica de la biónica es posible observar como estos elementos son también complementarios, por lo cual es posible llegar a un análisis en donde la forma es estructura y además fundamento de mecanismos, están íntimamente ligados y ninguno tiene algún tipo de prelación con los otros. Estos elementos son sintetizados en esta monografía a través de un análisis de sistemas naturales (Portafolio de seres naturales), que proporciona al diseñador la información necesaria para abordar el proceso de diseño desde esta perspectiva.

1 Ibíd.

2 Miembros de la Línea de Investigación en Biónica de la UPB. Fundamento Grupo de Investigación en Biónica Universidad Pontificia Bolivariana.

La fusión de ambas disciplinas (biónica + diseño conceptual) redundan en una metodología aplicable en ingeniería de diseño ya que se fundamenta en tres elementos claves. La naturaleza como fuente de inspiración, conceptualizada posteriormente por una técnica analógica de la cual se obtengan soluciones innovadoras y superiores a las convencionales. La Ingeniería, aportando sus fundamentos de carácter técnico-funcional con herramientas como el diseño conceptual que depuren la idea inicial y la traduzcan en objeto funcional. Y en tercer lugar, pero siendo un elemento primordial en el diseño, el usuario, quien usa, aprovecha y cuestiona un producto, convirtiéndose en el eje en torno al cual gira todo lo demás.

La biónica puede abordarse desde dos puntos de vista, uno específico y uno general. El punto de vista específico aborda el diseño desde el estudio del usuario, definición del problema, investigación de sistemas naturales, generación del concepto, selección del mismo, diseño conceptual, desarrollo del prototipo y pruebas funcionales. Esta metodología es conducente al diseño de un producto específico y generalmente utiliza los sistemas naturales como referentes formales, tal y como puede apreciarse en las múltiples soluciones inspiradas en la naturaleza que pueden encontrarse en diversos ámbitos. La solución general para el diseño a partir de la biónica, estudia diversos conceptos partiendo de los sistemas naturales, para posteriormente particularizarlos a un usuario determinado.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA A UTILIZAR

Tomando la metodología general de diseño y los fundamentos de la biónica, se propone adicionar elementos propios de la ingeniería de diseño de producto, para dar validez funcional y no únicamente formal a las alternativas de diseño inspiradas en la naturaleza. Por ello, se plantea la siguiente metodología de trabajo:

Investigación de Sistemas Naturales

Etapa que comprende una investigación profunda de diferentes sistemas biológicos analizados desde una forma general hasta llegar a sus especializaciones. Obteniendo abstracciones de tipo morfológico, funcional, estructural y contextual.

Definición de Especificaciones

Etapa en la cual se define el criterio que enmarcará la selección del principio de solución. Con base en la investigación realizada se busca especificar que tipo de solución es más eficiente frente a problemáticas de diseño e ingeniería existentes.

Abstracción del Concepto

Etapa de análisis del referente biológico seleccionado. De este análisis se debe abstraer un principio de solución bajo el concepto elegido, realizando un análisis en donde se justifique claramente la selección del sistema y su potencial como alternativa de solución.

Estudio Técnico de Viabilidad

Etapa de ensayos preliminares que dan idea de la configuración y comportamiento del prototipo final, prosigue con el análisis virtual de dicho diseño y culmina con la construcción del prototipo funcional.

Pruebas Funcionales del Concepto

Etapa en la cual se realizan las pruebas reales con el prototipo construido.

Estudio del Usuario

Etapa en la que se realiza el diseño del producto que tenga como principio funcional el concepto estudiado. Se incluye en este espacio un estudio de las necesidades del usuario en términos de su contexto y los productos existentes con similitud en función.

Definición del Problema

Etapa en la que se establece la necesidad específica a solucionar con base en el concepto seleccionado y los requerimientos del usuario.

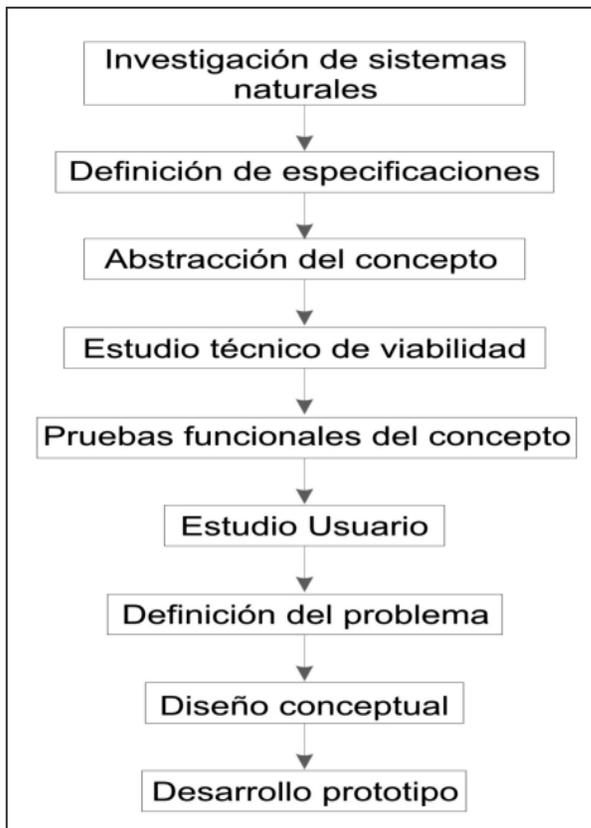
Diseño Conceptual

Etapa en la que se desarrolla el concepto del producto. Para esto se realiza un estudio de los requerimientos y una abstracción de la función principal con el fin de generar alternativas de solución de tipo esquemático.

Desarrollo del Prototipo

En esta etapa los esquemas arrojados por el estudio de diseño conceptual se materializan en la construcción del prototipo funcional.

FIGURA 1
Metodología de trabajo



Fuente: Imagen del autor.

De esta forma se inició el desarrollo de la metodología con la investigación de seres naturales para la cual se seleccionaron ocho referentes biológicos con base en el concepto de optimización de estructuras de soporte (previamente definido en el anteproyecto de grado). Se realizó una investigación exploratoria de cada sistema para después detenernos en un aspecto específico, coherente con el concepto seleccionado.

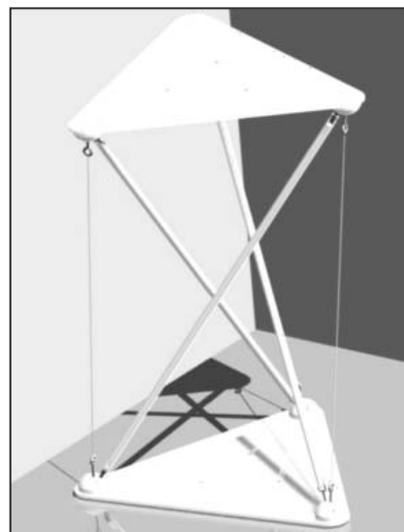
Los referentes estudiados fueron: El pingüino emperador del cual se profundizó en las plumas, de la célula se seleccionó el citoesqueleto, de la culebra voladora su mecanismo dorsoventral, del cactus su estructura interna, el músculo

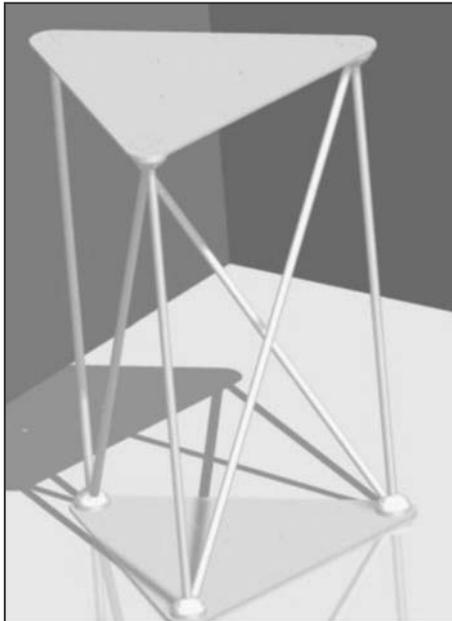
humano, el erizo de mar del cual se seleccionó el sistema ambulacral, del huevo la cáscara y del armadillo la coraza.

Posteriormente se seleccionó como especificación la optimización geométrica de estructuras de soporte, la cual se basa en obtener una relación eficiente en términos de la resistencia y el peso de una estructura y una menor concentración de esfuerzos.

A continuación se lleva a cabo la abstracción del concepto, la cual comienza con el proceso de selección del referente bajo criterios de evaluación relacionados con la optimización geométrica de estructuras de soporte como lo son la rigidez, la disminución de peso y una óptima distribución de esfuerzos. Con base en estos se selecciona el citoesqueleto estudiando sus componentes, su estructura y su comportamiento, abstrayendo de estas estructuras de integridad tensional. Este tipo de estructuras son tomadas como principio de solución a analizar en el estudio técnico de viabilidad.

Dentro del estudio técnico de viabilidad se pretende comprobar la superioridad de una estructura desarrollada a partir de la biónica frente a una estructura de carácter convencional. Para este fin se realizaron modelos virtuales con los que se desarrollaron pruebas en elementos finitos para conocer su comportamiento frente a estados de tracción, compresión, torsión y flexión en ambas estructuras. De este análisis se seleccionó una prueba a flexión y un análisis modal en los cuales la estructura de integridad tensional presentó un comportamiento más eficiente que la convencional un 53%.





Se continúa con una fase de diseño conceptual en la cual se evalúan las funciones del producto a diseñar, y las alternativas estructurales y formales según los métodos propuestos y desarrollados durante el postgrado, caja negra, árbol de funciones y matriz de evaluación. Con estas herramientas es posible realizar una serie de alternativas de diseño y evaluarlas según su cumplimiento de los requerimientos del usuario.

Finalmente se propone el diseño de un mueble partiendo del referente formal y funcional obtenido del proceso de diseño propuesto. Este producto conserva los elementos esenciales del concepto de estructura de integridad tensional en los cuales esta inspirado, es decir, resistencia y bajo peso. Además presenta un elemento esencial en desarrollo de un producto como es la forma enmarcada en la función, el entorno y en el usuario.

Después de realizar un análisis virtual de las estructuras se procede a realizar la modelación y construcción de estas, para realizar las pruebas reales a flexión y comparar los resultados. En esta prueba igualmente se presentó una eficiencia mayor en las estructuras de integridad tensional del orden del 26%.¹

Se concluye la metodología con el desarrollo de un producto enfocado al sector de mobiliario en la sustitución de estructuras convencionales de soporte caracterizadas por un gran volumen y peso, siendo estas reemplazadas con estructuras livianas modulares que se ajusten a las necesidades actuales de un usuario determinado.

El usuario seleccionado pertenece al segmento que corresponde a hombres y mujeres, jóvenes, solteros y seducidos por el diseño, de un rango de 22 a 35 años de edad, y de clase socioeconómica media-alta a alta. De esta misma forma se define como problema de diseño las estructuras de soporte utilizadas en los hogares debido a que son estructuras pesadas física y visualmente, estáticas, difíciles de mover, de limpiar y sin evolución en el diseño formal y funcional.



¹ La variabilidad de los resultados reales respecto a los de elementos finitos se debe a las condiciones de contorno y a la dificultad para dar la pretensión necesaria.

CONCLUSIONES

La aplicación de la metodología de la biónica en el diseño de productos, fortalece el factor de innovación.

El punto de partida para el desarrollo de un producto no es la analogía formal de un referente, sino su análisis funcional; aunque no se descarta su utilización para el desarrollo formal de este.

La metodología de la biónica puede arrojar soluciones más eficientes que las convencionales, pero su emulación funcional, es compleja en términos de procesos y materiales.

Actualmente la biónica esta siendo aplicada para el desarrollo de nuevas tecnologías dentro del campo del diseño y de ingeniería, por lo tanto se retoma como recomendación la necesidad de implementar esta disciplina en la universidad con el fin de fomentar no solo esta técnica sino la investigación en los estudiantes de Ingeniería de Diseño de Producto.

BIBLIOGRAFÍA

BURKHARDT, W. A practical guide to tensegrity design. Cambridge. 2004.

COOK, T.A. The curves of life. New York: Dover publications. 1979. Doczi, G. The power of limits. Boston: Ed Shambhala. 1994.

GHYKA, M "The geometry of art and life". Dover Publications, Inc. New York. 1977.

SKELTON, R. The mechanical systems design handbook. San diego: Universidad de California. 2002. Cap 17 An Introduction to the Mechanics of Tensegrity Structures .

WAGENSBERG, J, La rebelión de las formas. Barcelona: Tusquets editores. 2004.

WILLIAMS, C. Los orígenes de la forma. S.L: Ed. Gustavo Gili. 1984.

SIERRA RODRÍGUEZ F., Sañudo LG., Vanegas D.E., Estructuras ligeras: ¿Por qué miramos la naturaleza? Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana; 2006. 17p.

El futuro esta en la naturaleza. Biónica: Descubrir y aprovechar tecnologías mejoradas durante millones de años. Claasvision 2006. Se encuentra en www.claas.com/countries/generator/cl-pw/es/fun-shop/claas-vision/artikel/Titelbericht,lang=es_ES.pdf

YAHYA, H. El diseño en la naturaleza. [Documento electrónico]. Harun Yahya internacional. 2006. [Febrero 2006].

GÓMEZ, J.V. Tensegrity structures and the application to arquitectura [Sitio en Internet] Disponible en: <http://www.alumnos.unican.es/uc1279/5-Typologies.pdf>. [Abril 2006].

Tensegrity in a cell. Children Hospital Boston. [Artículo en internet]. Disponible en: <http://www.childrenshospital.org/research/Site2029/mainpageS2029P23sublevel24.html> [Abril 2006].

**REDISEÑO Y
DESARROLLO
DE UN KIT DE
SEPARADORES
QUIRÚRGICOS
ADECUADOS
PARA EL NUEVO
PROCEDIMIENTO
DE EXTRACCIÓN
QUIRÚRGICA DE
VESÍCULA BILIAR
CREADO POR EL
DOCTOR GUSTAVO
ADOLFO GARCÍA
FERNÁNDEZ**

AUTORES

ALEJANDRO AMBRAD CHALELA
ambrad69@hotmail.com

JUAN PABLO TRUJILLO SOSA
juanpablotruj@hotmail.com

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

ASESOR
SANTIAGO BRAVO MONTOYA
Profesor de la Universidad EAFIT
sabravo@eafit.edu.co

RESUMEN

En este artículo se exponen las etapas llevadas a cabo para el desarrollo de un nuevo sistema de separadores tipo Deaver curvo utilizados en la técnica de extirpación de vesícula biliar desarrollado por el doctor Gustavo Adolfo García Fernández (Colecistectomía Mini-Mini).

El contenido incluye las investigaciones realizadas acerca de las diferentes técnicas de extracción de vesícula biliar, sistemas de producción, materiales, y mercado objetivo. También se expone la metodología llevada a cabo para la concepción del diseño final del sistema y las pruebas de reducción de esfuerzos y análisis ergonómicos del mismo. Finalmente se muestra el prototipo final y las conclusiones del trabajo.

El resultado final es un sistema que reduce los esfuerzos requeridos para este tipo de separadores y mejora los aspectos ergonómicos de uso de los mismos, respetando los requerimientos identificados en la investigación inicial.

PALABRAS CLAVES

Separadores tipo Deaver curvo, Extirpación de vesícula biliar, Colecistectomía Mini-Mini, Reducción de esfuerzos, Análisis ergonómico, Mercado objetivo.

ABSTRACT

This article exposes the different stages of the development of a new Deaver retractor for the extraction of the gallbladder, developed by Doctor Gustavo Adolfo Garcia Fernandez (Mini-Mini cholecystectomy).

The contents of the project includes investigations of the different types of techniques used in the extraction of the gallbladder, fabrication processes, materials used, and objective markets. It also includes the methodology used for the conception of the final design, the force reduction tests, and the ergonomic analysis. Finally the final prototype and conclusions are exposed.

The final result of this project, is a force reduction system, required for this type of retractors, that also improves the ergonomic aspects, taking into consideration the requirements identified in the initial investigation.

KEY WORDS

Mini-Mini cholecystectomy, retractor, Gallbladder, Fabrication processes, Objective markets, Methodology, Ergonomic aspects.

INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace a partir de la invitación del Dr. Gustavo García Fernández a colaborar en el rediseño de unos separadores que permitan mejorar las condiciones de trabajo en la extracción de vesícula biliar, mediante la técnica de colecistectomía Mini-Mini.

Dicha técnica fue creada por el Dr. García hace ya 14 años. Esta ha venido evolucionando con el tiempo y se vislumbra como una nueva alternativa a las técnicas implementadas en la actualidad para este tipo de procedimientos quirúrgicos.

1. OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.1 Objetivo general

Rediseñar y desarrollar un kit de separadores quirúrgicos adecuados para el nuevo procedimiento de extracción quirúrgica de Vesícula Biliar, creado por el Doctor Gustavo Adolfo García Fernández.

1.2 Objetivos específicos

- Recopilar toda la información técnica y médica acerca de este nuevo procedimiento por medio de investigación cualitativa participativa y entrevistas a expertos en busca de establecer una serie de restricciones y especificaciones de diseño.
- Estudiar separadores utilizados comúnmente en el medio y aquellos utilizados para la colecistectomía Mini-Mini con el propósito de establecer requerimientos y cambios en su diseño para crear nuevos implementos requeridos para

este tipo de intervención.

- Ejecutar un proceso de diseño y desarrollo del producto basándonos en la metodología propuesta por el VDI2222 y otras complementarias para establecer restricciones, componentes y demás especificaciones requeridas en el producto.
- Evaluar los posibles procesos productivos por medio de los cuales podría desarrollarse cada implemento mediante investigación y desarrollo de una matriz de evaluación que permita establecer y elegir los más adecuados, de acuerdo a las características de cada tipo de implemento
- Realizar un análisis técnico económico de la propuesta de diseño.
- Realizar pruebas teórico prácticas, por medio de un modelo preliminar para confirmar la funcionalidad del producto.
- Mediante el proceso evaluado como el más apropiado, construir un kit prototipo de separadores, que permitan llevar a cabo demostraciones de comodidad de uso, y funcionamiento.

2. INVESTIGACIÓN MÉDICO QUIRÚRGICA

2.1 Colecistectomía Abierta

La colecistectomía abierta es el método tradicional utilizado para la extirpación de la vesícula biliar. Es una técnica económica que no presenta contraindicaciones pero causa gran trauma en el paciente y deja cicatrices indeseadas.

TABLA 1
Pros y Contras de la Colecistectomía tradicional

PROS	CONTRAS
<ul style="list-style-type: none"> • El método implica costos muy bajos. • No existen contraindicaciones para la realización de este método. • El instrumental y recursos necesarios para la realización del mismo son de fácil transporte y consecución en la gran mayoría de instituciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Requiere de un periodo de recuperación post operatoria largo. • Al ser altamente invasivo existen mayores riesgos de infección. • La cicatriz es relativamente grande y antiestética. • El esfuerzo y posiciones de trabajo de los ayudantes no son óptimas.

Fuente: Elaboración propia

2.2 Colectistectomía Laparoscópica

La colectistectomía por laparoscopia es el método más utilizado en la actualidad para la extracción de la vesícula biliar. Es una técnica óptima en términos de mínima invasividad y traumatismo para el paciente pero al mismo tiempo es costosa, difícil de realizar en lugares recónditos debido al tamaño y complejidad del set quirúrgico.

TABLA 2
Pros y Contras de de la Colectistectomía laparoscópica

PROS	CONTRAS
<ul style="list-style-type: none"> • El método permite una rápida recuperación • Las cicatrices son mínimas • El procedimiento es mínimamente invasivo por lo que se reduce el riesgo de infección • El dolor es bajo • La intervención no requiere del tedioso esfuerzo de dos ayudantes a diferencia del método abierto. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen varias contraindicaciones que no permiten la realización de este procedimiento en ciertos pacientes. • Es un método bastante costoso • El tamaño y cantidad de implementos necesarios dentro del set quirúrgico no son de fácil desplazamiento.

Fuente: Elaboración propia

2.3. Colectistectomía Mini-Mini

La Mini-Mini colectistectomía es un método intermedio, que combina técnicas tanto de la colectistectomía abierta como de la laparoscópica. La técnica Mini-Mini es poco invasiva, implica costos bajos y su set quirúrgico permite ser cargado a cualquier lugar, sin embargo requiere de más ayudantes que la técnica laparoscópica y al ser la incisión más pequeña que la de la técnica tradicional, también requiere de más esfuerzo por parte de estos ayudantes.

TABLA 3
Pros y Contras de la Colectistectomía laparoscópica

PROS	CONTRAS
<ul style="list-style-type: none"> • El método permite una rápida recuperación • Las cicatrices son mínimas • El procedimiento es mínimamente invasivo por lo que se reduce el riesgo de infección • El dolor postoperatorio está dentro de límites tolerables 	<ul style="list-style-type: none"> • La ejecución de la técnica requiere de mucho esfuerzo por parte de los ayudantes. • Se necesita de más de un ayudante para este procedimiento. • La invasividad es intermedia

Fuente: Elaboración propia

Se concluyó a partir de la investigación de las diferentes técnicas, que la más adecuada para realizar una extracción de vesícula biliar es la colectistectomía por laparoscopia. Sin embargo la mejor opción en casos de contraindicaciones, complicaciones o carencia de recursos, sería el método de colectistectomía Mini-Mini. Actualmente, el criterio más débil de la colectistectomía Mini-Mini es la comodidad del ayudante durante el procedimiento, por lo cual, este proyecto va enfocado a este aspecto en particular.

3. INVESTIGACIÓN TÉCNICA

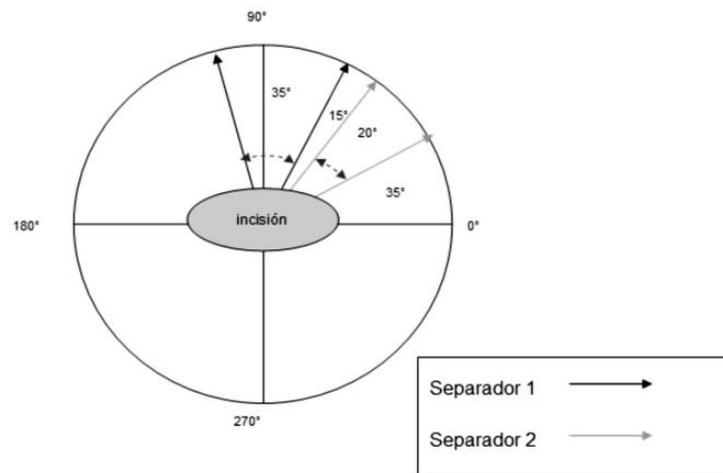
3.1 Investigación de separadores utilizados en la cirugía colecistectomía Mini-Mini

Se estudio la utilización de los diferentes separadores durante la cirugía de colecistectomía Mini-Mini, llegando a la conclusión de que los separadores a rediseñar deben ser los Deaver curvo, ya que presentan problemas en comodidad

de uso y en los esfuerzos requeridos por los mismos para la separación necesaria de la incisión. A partir del estudio de movimientos de dichos separadores durante la cirugía, se establecieron las siguientes especificaciones inmodificables para el sistema a desarrollar.

- Alrededor del perímetro, teniendo en cuenta la cabeza del paciente a 0° , el primer separador se desplaza 20° en sentido antihorario empezando desde 35° y el segundo se desplaza 35° en sentido antihorario desde los 70° .

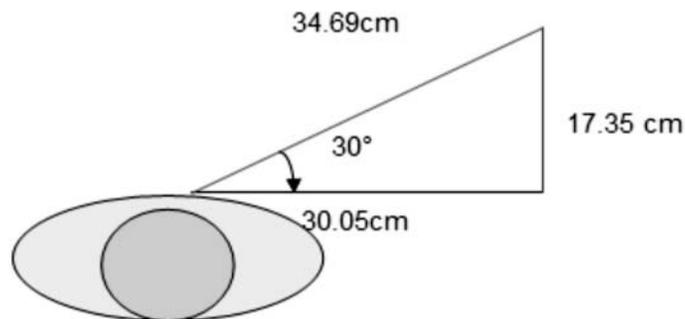
FIGURA 1
Ángulos de desplazamiento de cada separador alrededor de la incisión



Fuente: Elaboración propia

- En cuanto al halado, el separador debe permitir ángulos desde 0° a 30° , considerando como 0° un halado totalmente horizontal

FIGURA 2
Rango de ángulos de halado de el separador



Fuente: Elaboración propia

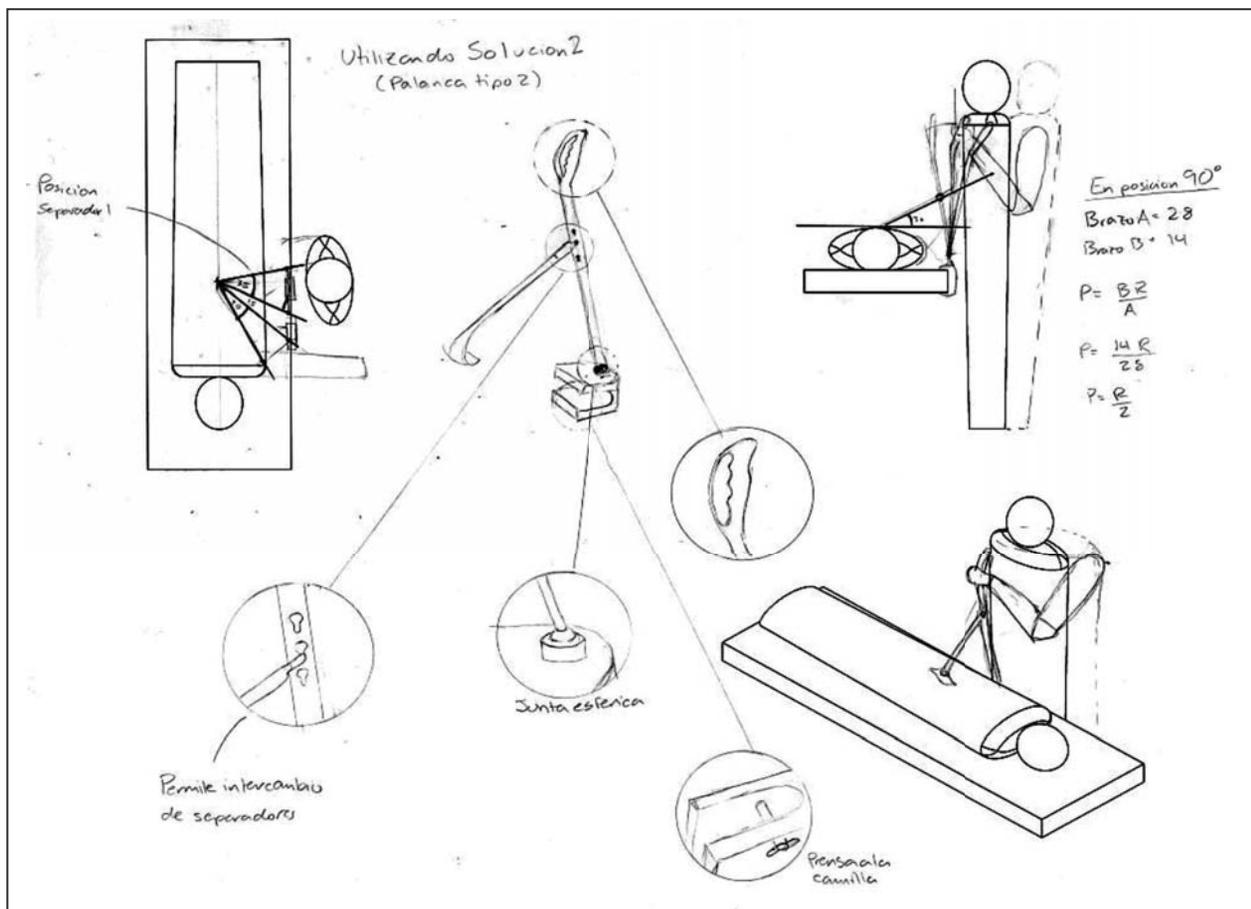
4. PROCESO DE DISEÑO

Para este proyecto se implemento un proceso de diseño basado en el VDI 2222. Se elaboraron cajas morfológicas, PDS y matrices de evaluación mediante las cuales se establecieron dos conceptos de solución posibles para el sistema a desarrollar. En estas se estableció la utilización de puntas intercambiables y aplicación de esfuerzos manuales.

La única diferencia entre estos dos conceptos de solución fue que en una la reducción de esfuerzo era por medio de una palanca tipo 1 y en la otra se propuso una palanca tipo 2.

A partir de estos dos conceptos de solución, se elaboraron cuatro propuestas de corporificación para el sistema. Estas fueron evaluadas por el usuario, el fabricante y el equipo de trabajo y como resultado, la mejor solución fue la siguiente:

FIGURA 3
Sketches de Alternativa 1



Fuente: Elaboración propia

La alternativa 1 se basa en la solución 2, esto significa que trabaja con una palanca de tipo 2. Se aferra a la mesa de cirugía mediante un sistema de prensa. La palanca rota sobre una junta esférica lo cual permite una gran libertad de movimientos y direcciones de halado dentro del campo de operación. El separador puede ser acomodado a la palanca a diversas alturas, lo que permite halar a ángulos desde 0° hasta 45°. Esta alternativa también permite cambios en su longitud. Se calculó una reducción tentativa de esfuerzos de hasta un 50% a un ángulo de halado de 30°

5. PRUEBAS Y ANÁLISIS TEÓRICO PRÁCTICO

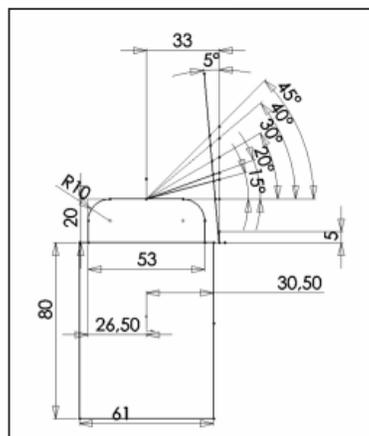
Con el propósito ratificar un funcionamiento acorde con los objetivos trazados se llevaron a cabo:

- Pruebas de esfuerzo
- Análisis de ergonomía

5.1 Pruebas de Esfuerzos

Se realizaron pruebas de esfuerzos, teóricas y practicas, utilizando como variables los distintos ángulos de halado y puntos de agarre de la palanca, en ambos casos los resultados fueron satisfactorios. Mediante este sistema podemos lograr una reducción de esfuerzos hasta de un 73%.

FIGURA 4
Pruebas de esfuerzos



Fuente:
Elaboración propia

5.2 Análisis de Ergonomía

Después de analizar los defectos de los separadores actuales, se establecieron como los requerimientos más importantes en busca de mejorar la comodidad de uso del sistema los siguientes:

El producto debe contar con un mango ergonómico que no cause talladuras en las manos del usuario.

El mango debe permitir más de una forma de agarre para así poder cambiar de posición y evitar fatiga muscular. Las posiciones de uso deben encontrarse dentro de los rangos permitidos y permitir que el halado se efectúe no solo con el movimiento de flexión del codo y antebrazo, si no, con la ayuda de todo el cuerpo.

Con el propósito de que el mango fuese ergonómico se diseñó teniendo en cuenta las medidas antropométricas de la mano estudiadas en la investigación de ergonomía. Para el diámetro del mango se tuvo en cuenta la circunferencia de la mano y se examinaron varios mangos existentes para aplicar el diámetro adecuado.

Para que el usuario pudiese cambiar de posiciones de uso se estudiaron 3 puntos de halado en las pruebas de esfuerzos previamente realizadas. Estos puntos fueron a 60cm., 65cm. y 73cm de la base. El mango permite el agarre a estas tres alturas como también un agarre utilizando la cabeza del mango mediante presión en garra.

También fueron estudiadas las posiciones de uso bajo las dimensiones asignadas. Se concluyó que las posiciones de uso son adecuadas para el usuario y permiten el accionamiento del sistema aplicando la fuerza de todo el tren superior del cuerpo.

6. PROCESOS PRODUCTIVOS Y MATERIALES

6.1 Procesos Productivos

Se estudiaron los siguientes procesos mediante los cuales es posible fabricar instrumental quirúrgico.

- Microfundición
- Operaciones de taller

Se concluyo que ambos procesos son aptos para la fabricación de instrumental quirúrgico en general, sin embargo la principal diferencia existente entre ellos es que la microfundición es más favorable si se requieren producir altos volúmenes de una misma pieza mientras que las operaciones de taller son más lentas pero permiten mayor flexibilidad y requieren de una menor inversión inicial. Debido a esto, el prototipo fue construido implementando operaciones de taller.

6.2 Materiales

A partir de la investigación realizada acerca de los diferentes tipos de aceros inoxidables y sus características de: postprocesos de temple, maleabilidad, resistencia al desgaste y corrosión; se llega a la conclusión de que el Tipo de acero ideal para la fabricación de los separadores es el martensítico.

7. ANÁLISIS TÉCNICO ECONÓMICO

7.1 Cálculo de Mercado Potencial

Con el objetivo de calcular el Mercado potencial se investigaron el numero de gastroenterólogos asociados a la sociedad colombiana de gastroenterología y la cantidad de hospitales y centros de salud en el país. Luego se utilizo la siguiente formula:

$$(\# \text{ Cirujanos Gastroenterólogos}^1 + \# \text{ de clínicas y hospitales}^2) = \text{mercado potencial}$$

$$(300 + 895) = 1195 \text{ clientes potenciales}$$

7.2 Cálculo de costos del producto

En cuanto a la fabricación del producto, el costo en material prima se calcula en unos \$129000. El costo en mano de obra varía de acuerdo a la cantidad fabricada de la manera ilustrada en la tabla.

1 Sobre este tema se consulta a la Sociedad Colombiana de Gastroenterología.

2 Sobre este tema se consulta al Ministerio de Protección Social, www.minproteccionsocial.gov.co, Registro Nacional de Prestadores, Gestión hospitalaria.

TABLA 4
Costos de manufactura y ensamble

UNIDADES	COSTO
1-4	\$600000
5-14	\$500000
15-29	\$400000
30 o más	\$350000

Fuente propia.

8. PROTOTIPO FINAL

Cumpliendo con las especificaciones y resultados del proceso de diseño y desarrollo del producto, se modelo y elaboro un prototipo final del mismo, el cual se encuentra en condiciones de ser probado en una cirugía Mini-Mini real.



CONCLUSIONES

- La técnica más adecuada para realizar una extracción de vesícula biliar es la colecistectomía por laparoscopia. Sin embargo la mejor opción en casos de contraindicaciones o complicaciones en cirugía sería el método de colecistectomía Mini-Mini. Cuando el paciente no pueda cubrir los gastos de una intervención laparoscópica, la técnica Mini-Mini sería una gran alternativa. También lo sería cuando la intervención debe ser realizada en lugares que no cuentan con la infraestructura y tecnología necesaria para realizar una intervención laparoscópica. El de mayor insatisfacción en la Mini-Mini colecistectomía es la comodidad del ayudante durante el procedimiento.

- En cuanto al halado, el separador debe permitir ángulos desde 0° a 30°, considerando como 0° un halado totalmente horizontal. Los rangos de movimiento y ángulos de separación que deben cumplir los Deaver curvos en esta intervención alrededor del perímetro, teniendo en cuenta la cabeza del paciente a 0°, el primer separador se desplaza 20° en sentido antihorario empezando desde 35° y el segundo se desplaza 35° en sentido antihorario desde los 70°. Estos rangos son de obligatorio cumplimiento para un rediseño de los separadores Deaver implementados en este procedimiento quirúrgico.
- Los procesos de microfundición y operaciones de taller son aptos para la fabricación de instrumental quirúrgico en general, sin embargo la principal diferencia es que la microfundición es más favorable si se quieren fabricar altos volúmenes de una misma pieza mientras que las operaciones de taller son más lentas pero permiten mayor flexibilidad y requieren de una menor inversión inicial.
- A partir de la investigación realizada acerca de los diferentes tipos de aceros inoxidable y sus características de: post procesos de temple, resistencia al desgaste y corrosión; se llega a la conclusión de que el tipo de acero ideal para la fabricación de las puntas de los separadores es el martensítico.
- La alternativa óptima de acuerdo con los requerimientos establecidos, según la evaluación hecha en la corporificación del producto, es una palanca tipo 2, de articulaciones esféricas, puntas intercambiables, ángulos de halado graduables y que permita ser aferrada al borde de la mesa de cirugía.
- A mayor distancia de halado con respecto a la fuerza de resistencia del separador, mayor es la reducción de esfuerzos, como máximo 79 % y como mínimo 11%.
- La posibilidad de ofrecer al usuario distintos tipos y puntos de agarre en una actividad de aplicación de esfuerzo por lapsos de tiempo prolongados, permite reducir la fatiga y otras afecciones musculares.
- Los desplazamientos laterales de la palanca y de halado de la misma requeridos para su utilización, se encuentran dentro de los rangos de movimiento permitidos para el usuario.
- Los costos del producto pueden llegar a variar desde \$729000 hasta \$479000 dependiendo del volumen de producción requerido.

BIBLIOGRAFÍA

- Anónimo. Aceros inoxidables: Desarrollo y aplicaciones. [Artículo de Internet]. http://apuntes.rincondelvago.com/aceros-inoxidables_1.html [Consulta: 20 febrero de 2006]
- BAKER R, Fischer J. *Mastery of Surgery*. 4a ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins; 2001. 1172p.
- Biblioteca de joyería Ybarra. Fundición en cera perdida-Microfundición de Joyería. [Artículo de Internet]. <http://www.raulybarra.com/notijoya/archivosnotijoya5/5microfusionjoyeria.htm> [Consulta: Feb 22 de 2006]
- CARMONA G. Complicaciones de la Colectomía Laparoscópica en el Hospital Escuela Oscar Danilo Rosales Argüello 2001-2004 [Tesis para optar al título de cirujano general]. León: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. Facultad de Medicina; 2005. 39 p.
- Colectomía laparoscópica. [Artículo de Internet]. <http://www.uniga.org/colesislap> [Consulta: 11 febrero de 2006]
- ESTRADA J. Biomecánica, En: Estrada J. *Ergonomía Introducción al Análisis del Trabajo*. Medellín: Universidad de Antioquia; 1993. p. 132-163
- GROOVER M. Trabajo Metálico de Lámina, Operaciones de Maquinado y Maquinas Herramienta. En: Groover M. *Fundamentos de Manufactura Moderna*. México: Prentice Hall; 1997. p. 500-536; 595-645
- INDUMIL. Microfundición. Aporte para el desarrollo industrial y el progreso nacional. 1ra ed. Bogotá: Indumil; 2000. 18p.
- JENSSEN C, Hessel J, Short D. *Dibujo y Diseño en Ingeniería*. 6ª ed. México: McGraw Hill; 2004. 825p.
- LARACH J. Colectomía Laparoscópica. *Rev. Col. de Cir.** 1992; volumen (7): p. 21-24.
- LLANOS O. Tratamiento de la coledolitiasis. *Esc. Med.* 1994; volumen 23: 1-5.
- McCARTHY M. *Geometric Design of Linkages*. New York: Springer-Verlag; 1991. 320p.

MARÍN, José Alberto. Técnica: La colecistectomía Laparoscópica Estándar [Artículo de Internet]. <http://drmarin.galeon.com> [consulta: 10 febrero de 2006]

PANERO J, Zelnik M. La dimensión humana en los espacios interiores: Estándares antropométricos. 5ta ed. México: G. Gilli; 1991. 318 p.

SCHWARTZ S. Vesícula biliar y sistema biliar extrahepatico. En: Roslyn J, Zinner M. Principios de Cirugía. México: Nueva editorial Interamericana; 1994. p.1409-1440

SPINETTI D Geovanny C,. Colecistestomía laparoscópica versus colecistectomía abierta o tradicional. Resultados de una serie de 442 pacientes. Rev.Fac.Med. 2002; Vol. 11: 1-4.
ULRICH K, Eppinger S. Diseño y Desarrollo de Productos: Enfoque Multidisciplinario. 3ª ed. México: McGraw Hill; 2004. 366 p.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UNA MÁQUINA INTERACTIVA QUE SIMULE LA FORMACIÓN DEL TORNADO COMO FENÓMENO METEOROLÓGICO PARA EL MUSEO PARQUE INTERACTIVO EXPLORA

AUTORES

LINA MARÍA CORREA RAMÍREZ

lcorrea2@eafit.edu.co

NICOLÁS JIMÉNEZ URIBE

njimene3@eafit.edu.co

ANA MARÍA VALENZUELA ROLDÁN

avalenzu@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

ASESOR

ANDRÉS FELIPE GÓEZ

Diseñador Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana. Asesor en talleres de producción de piezas Museográficas, Parque Interactivo EXPLORA

RESUMEN

Este proyecto está enmarcado dentro del desarrollo del *Museo Parque Interactivo Explora* de la ciudad de Medellín, en donde experiencias como la que hoy se propone, formarán parte de un ambicioso proyecto para la educación de la ciudad. Durante un poco más de 9 meses se estableció un complejo proceso de diseño que hoy es evidenciado mediante la presentación de un modelo funcional, con materiales y piezas reales que muestran el principio fundamental del fenómeno meteorológico del tornado, en donde además se da acceso al usuario a aspectos relevantes acerca de este fenómeno como:

- Cómo se da la formación de un tornado.
- Lugares más propensos para la formación de tornados.
- Escala Fujita de medición de tornados.

Todos estos aspectos son mostrados de una forma clara y concisa para que el usuario viva una experiencia inolvidable dentro de un contexto de museo interactivo y generar de esta manera una intencionalidad de investigación en el visitante posterior a la experiencia vivida dentro del museo.

Para el desarrollo del proceso de diseño se estableció desde un principio una metodología que fue moldeada durante el proceso según las necesidades de los autores.

La experiencia se fabricó de tal forma que ilustre como puede llegar a ser la máquina realmente y está en capacidad de ser probada para verificar tanto sus propiedades funcionales como físicas.

PALABRAS CLAVE

Museo Parque Interactivo Explora, proceso de diseño, fenómeno meteorológico, tornado, experiencia, modelo funcional, escala Fujita.

ABSTRACT

This project is framed within the development of the Museum Interactive Park Explora of the city of Medellín, in where experiences like which today it sets out, will comprise of an ambitious project for the education of the city. During a little more than 9 months, it was settled down a complex process of design that today is demonstrated by means of the presentation of a functional model, with materials and real pieces that show the fundamental principle of the meteorological phenomenon of the tornado, in where in addition occurs access to the user to excellent aspects about this phenomenon like:

- How occurs the formation of a tornado.
- More prone places for the tornado formation
- Fujita scale of tornado measurement.

All these aspects are shown of a form clear and concise so that the user lives an unforgettable experience within a context on interactive museum and to generate this way an investigation intentionality in the later visitor to the experience lived within the museum. For the development of the design process a methodology settled down from a principle that was molded during the process according to the necessities of the authors. The experience made of such form that illustrates as it can really get to be the machine and is in capacity to be proven to verify its functional properties as much as physical.

KEY WORDS

Museum Interactive Park Explora, process of design, meteorological phenomenon, tornado, experience, functional model, Fujita scale.

INTRODUCCIÓN

Actualmente se presentan varios vacíos en la educación ya que los estudiantes manifiestan cansancio o indisposición en cuanto al estudio. Por esta razón la humanidad plantea nuevos modelos para educar, en los que se toma en cuenta la interactividad y la lúdica, con espacios innovadores donde el aprendiz forma parte de este espacio.

La alcaldía de Medellín se dispuso a ejecutar obras que consoliden el encuentro ciudadano y la admiración por el espacio público. Entre estas obras se pueden mencionar los parques biblioteca en toda la ciudad, el Orquideorama en el Jardín Botánico, la Unidad Deportiva Maria Luisa Calle y el Centro Cultural Barrios.

El Parque Interactivo EXPLORA es uno de estos proyectos que invitan a compartir y a dialogar en compañía del otro. Este plan de desarrollo ya se viene construyendo con el apoyo de universidades, grupos científicos, profesores y tanto empresas públicas como privadas, brindándole a la ciudad un lugar de esparcimiento, conocimiento y aprendizaje.

La *Universidad EAFIT* firmó un convenio para que los estudiantes de pregrado puedan hacer su proyecto de grado participando en la conceptualización, el diseño y la construcción de los elementos de la sala *Colombia Geodiversa*, que hará parte de la totalidad del parque interactivo.

Es este entonces el punto de partida en donde se realiza una de las experiencias interactivas, aprovechando la oportunidad que brinda la Universidad, con un enfoque de crecimiento social para la ciudad de Medellín.

METODOLOGÍA

Se tubo como punto de apoyo las metodología propuesta en el libro "Métodos de diseño Estrategias para el desarrollo de nuevos productos" de Nígel Cross; Se inicia definiendo las intenciones del proyecto teniendo como punto de partida el fenómeno a trabajar para así concretar los objetivos de diseño por medio de la metodología del árbol de objetivos, la búsqueda de información es necesaria para adquirir los conocimientos acerca del fenómeno que se va a trabajar y al mercado hacia el cual va dirigido, se utilizaron diferentes herramientas como son entrevistas a personas expertas en el tema, recopilación

de información de la Web y bibliotecas locales, además de fijar los requerimientos de diseño para los usuario y para el cliente *EXPLORA*, como parte de la metodología se hizo el análisis de funciones de la experiencia y del fenómeno, para así identificar las funciones principales del producto, este análisis esta basado en lo que “este nuevo diseño debe lograr y no en como se va a lograr”¹, utilizando herramientas como la caja negra y la estructura funcional y estableciendo limites que muestren las decisiones tomadas acerca de la magnitud del proyecto. Para dar un nivel de importancia a los requerimientos del cliente y ciertas características ingenieriles que el diseñador desea aplicarle al producto se hizo uso de la casa de la calidad para evitar confusiones entre las relaciones que existen entre características y atributos, con los deseos del cliente. Ya que permite calificar la importancia de cada una de las especificaciones de ingeniería, a la luz de los requerimientos del usuario o persona que va a manipular la maquina; se procedió a realizar la generación de alternativas se desarrollaron diferentes modelos en 3D, para ampliar el grupo de soluciones innovadoras de una manera creativa, evaluándolas por medio de una matriz de evaluación tomando los criterios desde el PDS dándoles sus respectivos pesos a partir de los resultados generados previamente en el QFD.

DESARROLLO

Se hizo uso de mood boards para recopilar colores, formas, materiales, entre otros, para evocar una respuesta emocional; de esta manera el grupo de diseño tiene elementos de diseño para darle una forma definitiva a la alternativa elegida.

La información gráfica y textual de antesala es de gran ayuda ya que el usuario tiene una previa preparación para la experimentación, teniendo en cuenta la contextualización de la maquina para tener otra manera de relacionarla con la sala *Colombia Geodiversa*; Finalmente se decide que el concepto más importante a evidenciar en la experiencia debe ser la escala de fujita, debido a que esto permite mostrar el tornado y además algunos de los niveles de intensidad en los que se presenta en la naturaleza.

El proceso de desarrollo y construcción de la maquina para la experiencia comienza con propuestas de la simulación del fenómeno y otras partes que hacen parte de su funcionamiento.

Ya teniendo identificados dichos productos de procede a realizar pruebas que permitan identificar si su funcionamiento tiene las características necesarias para generar el tipo y cantidad de humo o niebla requeridos para el desarrollo del proyecto.

Con el generador de niebla se genera la cantidad y calidad de niebla necesaria para apreciar el fenómeno. Es necesario que para su funcionamiento sea introducida en un recipiente con agua; el blower permite hacer un direccionamiento muy especifico del aire extraído se reduce el voltaje en un 80% permitiendo un mejor desempeño del artefacto en términos de las características requeridas para este fin especifico; para evidenciar la escala de fujita en la experiencia fue necesario un dispositivo de extracción del humo que funciona a 12 voltios a corriente directa, fácil controlar los rangos de velocidad y además desempeña una función óptima ya que absorbe la niebla.



1 Capitulo 4 “Métodos de diseño ” Nigel Cross

Como parte complementaria de la experiencia e imagen gráfica de la experiencia pensada en el torbellino visible que genera el tornado, expresado de una forma divertida, el nombre esta pensado desde la mitología griega; Eolo es el Dios del Viento, tenía el poder de controlar los vientos, liberándolos a su antojo y provocando graves desastres en el cielo, la tierra y las aguas.



La manera de operación es el siguiente:

1. El usuario escoge entre informarse primero con los infográficos y después operando la máquina o al contrario.
2. La máquina le da la bienvenida al usuario por medio de un display programado.
3. El usuario puede oprimir cualquiera de los tres botones que según el color dan la intensidad del trueno, y al mismo tiempo puede informarse con el infografico para ver el resultado de la escogencia.
4. De la experiencia pueden participar otros visitantes por observación y al mismo tiempo crearles intriga para usarla, ya que la maquina tiene otros accesos.

Las partes finales de EOLO

1. El hardware es una tarjeta física donde se agrupan todos los elementos electrónicos, incluyendo en él, un microcontrolador, las conexiones, los pulsadores, la pantalla, entre otros elementos.

2. Arquitectura de mecanismo



3. Módulo completo con infográficos



4. Tablero de mandos

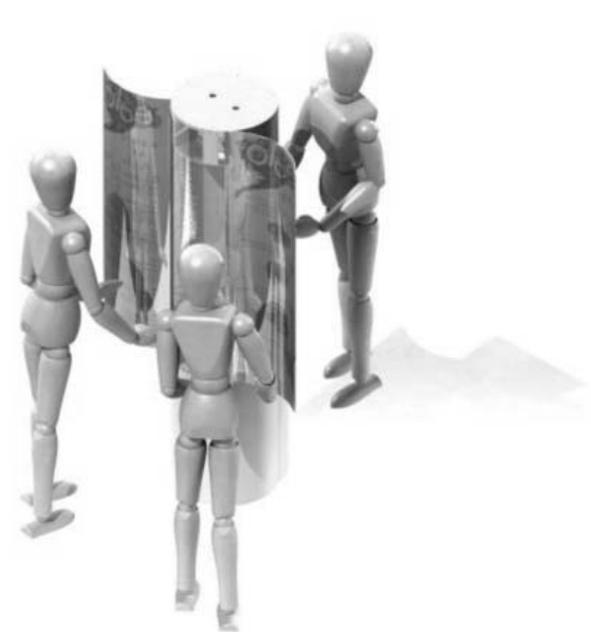


PROPUESTA FINAL

La modelación de la propuesta final se desarrolló en SOLID WORKS 2007, junto con el ensamble de todas las piezas y las ambientaciones.

La manufactura de las partes exteriores de la experiencia se realizó mecanizándolas por control numérico para mantener la precisión y el buen acabado, con la ayuda de empresas de metalmecánica, herramientas de la Universidad EAFIT en los talleres de modelos y prototipos

Interacción con el usuario



Interacción con el usuario



Secuencia de módulos en un mismo espacio para 3 usuarios simultáneos



CONCLUSIONES

Este proyecto de grado logró simular el fenómeno del tornado, ubicándose en el contexto de la sala *Colombia Geodiversa* y tomando en cuenta el tipo de público que la va a visitar. La decisión acerca de que ésta máquina sea parte de la sala está en manos de los directivos del Parque *Explora* de la ciudad de Medellín.

La máquina muestra y explica mediante infográficos los aspectos más importantes acerca del fenómeno meteorológico del tornado e incentiva a que el usuario, después de haber vivido la experiencia, se quiera instruir más acerca del tema. La experiencia se fabricó de tal forma que ilustre como puede llegar a ser la máquina realmente, a pesar de esto, está en capacidad de ser probada, para verificar tanto sus propiedades funcionales como físicas.

La máquina tiene la suficiente información visual y formal para que el visitante se identifique con el lenguaje de la experiencia y sea sencillo accionarla y entender el fenómeno del tornado,

solo basta con relacionar la información grafica y escrita con la experiencia vivida en la máquina.

El diseño de la experiencia permite que cada usuario la pueda vivir desde el inicio, es decir, que pueda experimentar todo el proceso sin importar el orden en que la haya accionado el usuario anterior.

El diseño es apto para la repetición de los módulos dentro de un espacio determinado con el fin de que varios usuarios vivan la experiencia al mismo tiempo.

El diseño de la maquina permite que otros usuarios puedan visualizar el fenómeno desde la parte posterior, lo cual genera un interés para vivir la experiencia en su totalidad.

La máquina esta diseñada además teniendo en cuenta el mantenimiento que debe realizarse, por lo tanto se escogieron materiales apropiados y formas de fácil ensamble y desensamble.

El desarrollo de todo el proyecto permitió poner en práctica los conocimientos adquiridos durante la carrera además de otras nuevas herramientas que debieron ser utilizadas para su ejecución.

La investigación acerca del usuario final que fué planteada para ser ejecutada por el equipo investigador, no tuvo que ser realizada, pues el *Parque Explora* contaba ya con unos requerimientos específicos en donde se involucraban previas investigaciones por parte de ellos.

Con el desarrollo de este proyecto se hace un pequeño aporte a la cultura educativa y que se impulsa en la ciudad de Medellín.

El desarrollo inicial del documento de Especificaciones del Diseño del Producto (PDS) permitió un proceso de diseño basado en las necesidades y deseos del cliente que fueron plasmadas tanto en las propuestas generales como en el diseño final de la máquina. Sin embargo, el cumplimiento total de estas especificaciones en la fabricación del modelo funcional se vio limitado debido a problemas de manufactura y costos del modelo.

Se hizo uso del diseño conceptual con todas las herramientas planteadas, haciendo una separación en el proceso para

analizar tanto el fenómeno como la experiencia y se estableció que ROTAR es la función principal en ambos casos, además del establecimiento de las demás funciones.

Se generaron múltiples alternativas posteriores a la realización de la matriz morfológica, la cual permitió identificar diferentes opciones para la realización de dichas alternativas, las cuales se hicieron por medio de una lluvia de ideas.

Las herramientas de dibujo y de expresión grafica fueron fundamentales para plasmar las alternativas de diseño. El Software SOLID WORKS permitió visualizar de una manera más real cada una de las alternativas pero los sketch y dibujos son medios que permiten mas libertad y nivel de exploración. Por medio de la evaluación de alternativas se logró llegar a una alternativa para ser desarrollada por el grupo de diseño. Esta evaluación y el paso hacia la alternativa final tuvo en cuenta las observaciones del asesor del proyecto.

Algunas de las alternativas planteadas pueden generar un mayor nivel de impacto que la que finalmente se eligió, lo que obedece a recomendaciones del asesor acerca del desplazamiento dentro de un museo, pues algunas de las opciones planteadas podrían generar un cuello de botella en el flujo de circulación dentro del museo.

La elaboración de una maqueta no fue necesaria debido a que todos los detalles fueron realizados por medio de modelación 3D que permitió conocer cada uno de los aspectos del modelo funcional. Dentro de estas especificaciones se tuvieron muy en cuenta los parámetros ergonómicos proporcionados por el Parque Interactivo Explora.

Los planos de taller y de ensamble muestran claramente la integración de todas las piezas que componen la experiencia pero carecen de ciertas especificaciones tales como tolerancias, lo cual genera problemas a la hora de fabricación de la maquina. Por esta razón se ve necesario hacer modificaciones en este aspecto.

El modelo final cumple con la interactividad planteada inicialmente, pues es el usuario quien realiza el accionamiento y establece los parámetros dentro de los cuales quiere vivir la experiencia.

La experiencia cumple con ser atractiva en cuanto a que formalmente y gráficamente se diseñó para captar la atención

de los visitantes del museo, pues contiene formas limpias y los gráficos y textos son claros y encajan dentro de la sala *Colombia Geodiversa*.

La seguridad de la máquina no permite que el usuario tenga acceso a los mecanismos y/o que pueda correr algún riesgo al accionarlos. Sin embargo, la abertura para tocar el fenómeno no tiene ningún tipo de aislamiento del borde de la lámina de acero y podría ser un factor de riesgo para el usuario.

La máquina tiene características ergonómicas bien definidas pues se diseñó y fabricó teniendo en cuenta los estándares antropométricos propuestos por el *Parque Explora*.

La máquina carece de información acerca de las especificaciones técnicas tales como el voltaje, precauciones e indicaciones gráficas para el mantenimiento, lo cual debe ser considerado en una futura fabricación del producto real.

AGRADECIMIENTOS

A nuestras familias, compañeros y amigos que hicieron parte y entienden el trabajo que hemos realizado y que de alguna u otra forma han participado del logro de esta meta. A los profesores de Ingeniería de Diseño y a nuestro asesor de proyecto de grado por compartir sus conocimientos y experiencias para la formación de profesionales integrales. A los miembros de los talleres por la colaboración en la elaboración de cada proyecto. A todos los que participaron y se involucraron en este proyecto les damos las gracias por permitir que hoy sea una realidad.

ANÁLISIS DE CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTOS METÁLICOS EN EMPRESAS REPRESENTATIVAS DEL MEDIO

AUTORAS

KATHERINE MORA RODRÍGUEZ
kmorarod@eafit.edu.co

MARIA ISABEL PULGARIN CALLE
Isapulga@yahoo.com

ASESOR PRINCIPAL

LUIS FERNANDO PATIÑO

COASESOR

CARLOS RODRÍGUEZ

ÁREA DE ESTUDIO

INDUSTRIAL DESING

RESUMEN

El proyecto consiste en el desarrollo de módulos interactivos (Software Macromedia Flash MX) que explican de una forma más dinámica los procesos de producción de materiales metálicos soportados por archivos en PDF que amplían la teoría de cada uno de los módulos, con el fin de mejorar el método pedagógico de la materia "Procesos y Productos" y poder lograr competencias en los estudiantes en cuanto a las etapas de diseño.

Para el desarrollo de este proyecto se hizo una investigación a fondo dentro de la industria de los metales comparando paralelamente con la bibliografía consultada, para lograr un excelente resultado a partir de la fusión de ambas fuentes.

El proyecto busca relacionar el diseño con los procesos de producción de modo que los estudiantes puedan entender las consideraciones de diseño que se deben tener en cuenta para la manufactura de un producto.

Con este objetivo, se hicieron cuatro casos de estudio de productos específicos dentro de cuatro de las empresas visitadas que muestran las consideraciones de diseño que se deben tener en cuenta en su manufactura. Esta información fue recopilada y presentada en cada uno de los módulos mediante fotos y videos y soportadas con gráficos y animaciones creados en el software Macromedia Flash MX.

La importancia de la información presentada en este proyecto radica en que es tomada de las empresas del medio local.

PALABRAS CLAVES

Procesos de producción, consideraciones de diseño, casos de estudio, procesos y productos, materiales metálicos, productos metálicos, industria local.

ABSTRACT

The project is about the development of interactive modules (Software Macromedia Flash MX) that explain in a more dynamic way the processes of production of metallic materials supported by archives in PDF which extend the theory of each one of the modules, with the purpose of improving the pedagogical method of the subject "Processes and Products" and to achieve capacities in the students as far as the design stages.

For the development of this project a thorough investigation within the metal industry was made comparing with the consulted bibliography parallelly, to obtain an excellent result from the fusion of both sources.

The project looks for to relate the design to the production processes so that the students can understand the considerations of design that are due to consider for the manufacture of a product.

With this purpose, four study cases were made about different specific products within four of the visited companies that show the design considerations which they are due to consider in their manufacture. This information was compiled and presented/displayed in each one of the modules by means of photos and videos and supported with graphs and animations created in software Macromedia Flash MX.

The importance of the information presented in this project is that it is taken from the companies of the local industry.

KEY WORDS

Production processes, design considerations, study cases, processes and products, metallic materials, metallic products, local industry.

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente no se dispone de una investigación acerca de procesos productivos de los metales en empresas del sector, esto hace que los estudiantes se remitan sólo a libros y al Internet lo cual restringe la información a conceptos generales. Los diagramas de los textos son estáticos y el conocimiento sobre las máquinas generalmente se simplifica. Al estudiante le cuesta relacionar el proceso y el diseño, las consideraciones de diseño a tener en cuenta para la manufactura de un producto no son explícitas.

Algunos libros dan a conocer tolerancias, espesores o ángulos generales que son requeridos para un proceso de producción (enciclopedia de James Bralla), pero no existe una bibliografía hasta el momento que desarrolle un caso de estudio real donde se visualice claramente la aplicación de estos procesos en la industria.

La asignatura Procesos y Productos consta de unidades temáticas que abarcan procesos productivos en materiales como metales, plásticos y cerámicos. La presentación de cada uno de estos módulos se hace en forma de clases magistrales con ayudas visuales interactivas limitadas por los programas y el tiempo designado a cada una de ellas.

Esto ha generado dificultades a los estudiantes de Ingeniería de Diseño en cuanto a conocimiento, aprendizaje y manejo de los temas. De igual forma se les dificulta a los profesores el método pedagógico, ya que las ayudas visuales se limitan a gráficos estáticos bidimensionales y no presentan una investigación detallada dentro de empresas metalmeccánica. Surge entonces la necesidad de representar estos procesos claramente y de forma dinámica, con el fin de que los estudiantes desarrollen competencias en el diseño de productos metálicos. Para lograr dicho objetivo se desarrollaron módulos interactivos por medio del software Macro media Flash MX, los cuales constan de definiciones textuales soportadas con gráficos, fotos, videos y animaciones, provenientes de la fusión entre la investigación bibliográfica y la experiencia obtenida en la industria de los metales. Se desarrollaron paralelamente archivos en el formato PDF, que extienden la información presentada en los módulos, cuyo objetivo es detallar textualmente cada uno de los procesos con ayuda de gráficos básicos.

El desarrollo de estos módulos interactivos servirá para ahorrar tiempo en etapas de diseño de productos debido al buen uso de las especificaciones definidas en este proyecto, para así agilizar el enfoque creativo de los diseñadores hacia una producción más adecuada, siendo esto menos costoso para la industria local, ya que una buena selección del proceso productivo puede evitar otros procesos adicionales de mecanizado, ensamble o soldadura.

2. CASOS DE ESTUDIO

El caso de estudio es una secuencia lógica y real de un producto específico, desde la materia prima hasta el producto final terminado. La experiencia industrial permitió la recopilación de una información detallada tanto gráfica como conceptualmente, gracias a un recorrido dentro de la planta y con asesoría por parte del personal colaborador asignado. Dicha información es sustentada en cada una de las presentaciones con las imágenes que se consiguieron en dichas empresas, con los videos que fueron tomados y con la transcripción de las diferentes inducciones recibidas en las visitas.

Los productos se escogieron de acuerdo con ciertas consideraciones:

- El consentimiento de la empresa
- Posibilidad del filmar el proceso del producto, debido a este requerimiento fue necesario que la fabricación de éste se realizara el día de la visita.
- El producto debía tener consideraciones de diseño susceptibles de ser analizadas.
- El producto debía ser de complejidad media-alta.
- Para una mayor comprensión, se mostrará secuencialmente lo que se hizo en el caso de estudio del “*jarro mantequero pequeño*” en Imusa.

Como primer paso, se describe el producto escogido y su funcionalidad, apoyando la presentación con una imagen del producto, como se muestra en la figura 1.

FIGURA 1
Descripción del producto



Fuente: Elaboración propia

Se muestra cada proceso por el que pasa la materia prima hasta llegar al producto final en una secuencia continua de manufactura, mediante fotos y videos, como se ve en las figuras 2 y 3.

FIGURA 2
Procesos de corte y lubricación



Fuente: elaboración propia

FIGURA 3
Proceso de embutición y bordeado



Fuente: Elaboración propia

3. CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Las consideraciones de diseño son especificaciones del proceso, parámetros de las máquinas, características del material, entre otros, que se deben tener en cuenta cuando se quiere manufacturar un producto ya que determinan lo que es posible hacer, lo que es menos costoso, las diferentes opciones para hacer cierto proceso, los defectos que se pueden causar, los productos en los cuales se puede aplicar un proceso, y muchas otros factores que benefician al diseñador, ya que se convierte en una guía funcional que permite diseñar en una forma real, es decir, diseñar con el fin de desarrollar, producir y comercializar un producto.

Se hizo una guía de cada proceso y sus puntos relevantes a considerar utilizando el libro Manual de Diseño de Producto

para manufactura (James Bralla), para luego hablar sobre el tema con la persona asignada en cada una de las empresas, obteniendo consideraciones más concretas y datos no especificados en los libros.

Las presentaciones en Flash a pesar de tener un ítem relacionado sólo a las consideraciones de diseño, se basan en su totalidad a dar la información al diseñador de una forma gráfica explicativa sobre lo que se debe tener siempre presente a la hora de crear un producto, es decir, el enfoque que se le da a la presentación es básicamente sobre los aspectos importantes y relevantes acerca de cada uno de los procesos.

Para visualizar ejemplos de consideraciones de diseño llevados gráficamente a una presentación se muestran las figura 4, 5 y 6.

FIGURA 4
Consideraciones de diseño de un caso de estudio



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 5
Defectos por malas especificaciones



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 6
Diferenciación entre gráficos opuestos



Fuente: Elaboración propia

4. DESARROLLO DEL MÓDULO INTERACTIVO

La animación es el arte visual de representar movimiento, se basa en la ilusión que se crea al proyectar imágenes en secuencia.

Con el fin de lograr una animación de los gráficos estáticos se utilizan fotogramas, es decir, las escenas del movimiento sobre una línea de tiempo. Se utilizaron los tres tipos de animaciones que presenta el programa.

- En la animación fotograma a fotograma, se dibuja cada uno de los fotogramas de la animación uno por uno. Requiere de gran esfuerzo.
- La animación por interpolación consiste en crear dos objetos diferentes, cada uno de ellos en fotogramas claves no contiguos, y hacer que Flash dibuje automáticamente los pasos intermedios. Existen dos clases de animación interpolada: interpolación de movimiento e interpolación de forma.
- La animación por interpolación de movimiento se utiliza cuando los objetos de los dos fotogramas claves sólo se diferencian en su posición, escala o rotación.
- La animación por interpolación de forma se diferencia en que gradúa el cambio de la forma del objeto. También permite cambiar el color.

5. MÓDULOS EN FLASH

Definición de interface, la interface es un conjunto de elementos y conceptos que permite la comunicación del usuario con la máquina, son las acciones permisibles al usuario en una computadora, como añadir o quitar información, consultar o modificar datos, entre otros.

La interface gráfica es la que facilita la interacción del usuario con la computadora, presenta las herramientas y opciones en la pantalla.

Metodología de interfaces

- **Análisis del producto**
La interface se diseñó para el montaje de presentaciones dinámicas sobre procesos productivos para materiales metálicos.

- **Análisis del usuario**
Estudiantes de ingeniería de diseño de producto del 4to semestre en adelante y profesores relacionados con la asignatura.

- **Elaboración del concepto**
Conceptos que identifican el proyecto. Los conceptos de las presentaciones son la filosofía del proyecto (animar procesos), temas de cada proceso, filosofía de la institución (material didáctico para la universidad).

Este factor permite encontrar con mayor facilidad los aspectos que implica la estética de la interface, como lo son los colores, el estilo tipográfico, las texturas, la estructura lógica y física.

- **Estructuración lógica**
Son todos los caminos posible que puede seguir el usuario.
- **Estructuración visual**
Elementos necesarios para lograr un recorrido lógico, coherente, productivo, rápido, cómodo y libre de ruidos (información o imágenes inútiles). Botones, herramientas, escenas, etc.

Desarrollo de bocetos

- **Etapas de producción y mejora gráfica**
Por medio de Macromedia Flash MX.
- **Producción de funcionalidad y código**
Objetos y su funcionalidad.
- **Puesta en marcha**
Correcto funcionamiento
- **Análisis de los resultados**
Encuesta realizada a estudiantes de ingeniería del 4to semestre en adelante.

Interface del módulo

Deformación volumétrica incluye:

- Doblado de lámina y doblado de tubería.
- Extrusión.

- Embutido.
- Forjado.
- Corte de lámina: Troquelado.

Mecanizados incluye:

- Corte con cizalla, corte con láser, corte con agua, oxicorte y corte con plasma.
- Maquinados: Torno y fresado.
- Esmerilado (Rectificado).
- Maquinados no convencionales: Electroerosión, Ataque químico y Ultrasonido.

PERSONALIZACIÓN DE INTERFACE

La importancia del diseño en la interface radica en la reacción de un ser humano ante una estética o un diseño, cuyo objetivo es lograr el interés por parte del usuario.

Los elementos de la interface permiten cumplir con los objetivos de la comunicación del mensaje y la interacción del usuario con la máquina.

Entorno es el ambiente que se le da a la interface. Es la suma de conceptos, estilos, colores, formas y distribución correcta de los mismos, que crea un ambiente apto para trasladar al usuario a un estado favorable emocional y psicológicamente apto para actividades de enseñanza y aprendizaje.

El color puede transmitir psicológicamente efectos sobre el usuario porque convierte una interface en algo dinámico y llamativo si es usado correctamente, o por el contrario, en algo aburrido o monótono si no se tiene en cuenta. Se utilizó el color azul en diferentes tonos para las presentaciones de Deformación volumétrica y diferentes grises para las presentaciones de Maquinados.

El azul es un color que transmite seriedad, confianza y tranquilidad, y ayuda a abrir la mente pero puede causar depresión o fatiga, el anaranjado es un color complementario que influye psicológicamente de forma contraria, ya que disminuye la fatiga y estimula el movimiento.

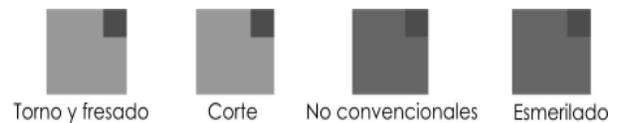
FIGURA 7. Gama de colores azules



Fuente: Elaboración propia

El gris puede tener efectos psicológicos de elegancia y respeto que a la vez hace alusión al tema relacionado, el mecanizado en materiales metálicos pero si se utiliza en exceso dentro de la presentación, puede volverla monótona y aburrida, el rojo es el color de la vitalidad y la acción.

FIGURA 8. Gama de colores grises



Fuente: Elaboración propia

Acciones son los botones dentro de la presentación

Los botones que indican pasar de una escena a otra son botones circulares con flechas que muestran derecha (hacia delante) o izquierda (hacia atrás), como gráficos indicativos. Las formas circulares sugieren movimiento y equilibrio, una característica que cumple con la finalidad del botón, ya que se mueve dentro de la presentación de una página a otra. Su diseño bidimensional o plano indica estabilidad, es decir, cuando se presiona, la presentación vuelve a un estado estable con el fin de que el estudiante dedique un lapso de tiempo para leer y asimilar el contenido que hay en la nueva escena.

FIGURA 9

Botones de interacción entre las escenas



Fuente: Elaboración propia

Las formas rectangulares muestran rigidez y estabilidad. El botón que lleva al índice es rectangular plano, es decir, bidimensional, ya que no muestra una escena diferente ni movimiento en la presentación. Es de fondo blanco para restarle importancia visual, con el fin de que el usuario cuando interactúe con el módulo, tienda a tocar el botón de fondo azul o gris según la presentación, que lo lleva a la siguiente escena o a la anterior, y no se confunda presionando el botón del índice que lo lleva de nuevo al inicio.

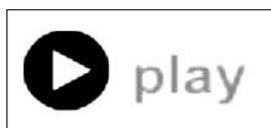
FIGURA 10
Botón de índice



Fuente: Elaboración propia

Otro botón es el que ejecuta la acción de la animación, es un botón plano circular que muestra la función tanto gráfica como textualmente. La forma circular muestra movimiento, pero el botón es bidimensional ya que muestra estabilidad debido a que no cambia de escena.

FIGURA 11
Botón de play



Fuente: Elaboración propia

El botón que sugiere mayor movimiento es el que lleva a un video en una escena especial, diferente a las escenas de la presentación normal, es un botón que es llamativo debido a su forma tridimensional y a su color (color complementario anaranjado o rojo según sea la presentación azul o gris), sugiere al usuario que lo oprima y que no pase desapercibido, este botón se diferencia de los demás debido a que no es fijo ni predeterminado sino que aparece eventualmente según el proceso que se esté estudiando.

Figura 12
Botón para video



Fuente: Elaboración propia

El evento es la herramienta que activa las acciones, termina de sumergir al usuario en el entorno completando básicamente la interface.

6. MÓDULOS DESARROLLADOS

Cada módulo se desarrolló bajo una estructura muy similar, con algunas diferencias dependiendo del tema a tratar.

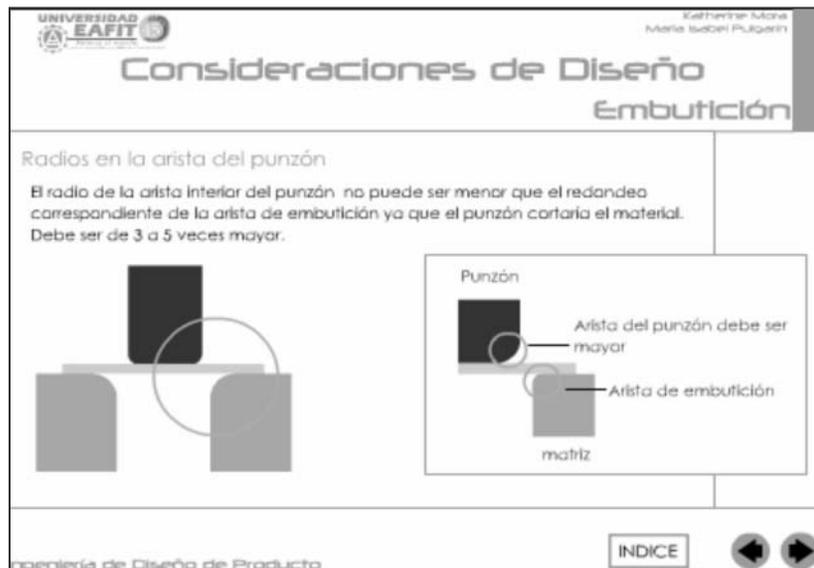
Los puntos principales que se desarrollaron en cada proceso, fueron:

- Descripción del proceso: es una breve y concisa definición del proceso, no se especifican detalles.
- Tipos: son las diferentes posibilidades con las cuales se puede hacer un determinado proceso. Cada uno se explica de una forma general.
- Aplicaciones: son los tipos de productos donde el proceso es comúnmente utilizado.
- Herramientas o máquinas-herramientas: son las máquinas requeridas para cierto proceso y las partes de las mismas.
- Defectos: son los defectos que puede presentar cierto proceso por causas del operario, del material, por falta de verificación en los parámetros de la máquina, entre otros.
- Consideraciones de diseño: son los aspectos dimensionales que el diseñador debe tener en cuenta en el momento de generar las ideas y planimetría de un producto.
- El caso de estudio: se muestra la secuencia de pasos de un producto previamente seleccionado desde la entrada de la materia prima a la fábrica hasta el producto terminado.

7. DISEÑO DE LOS MÓDULOS INTERACTIVOS

Gráficos: En las presentaciones se utilizaron gráficos explicativos para cada uno de los procesos en diferentes temas como defectos, herramientas y consideraciones de diseño, entre otros.

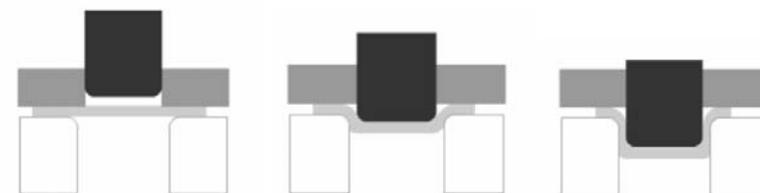
FIGURA 13
Gráficos



Fuente: Elaboración propia

Animaciones: Están diseñadas de forma esquemática, de modo que los usuarios puedan entender y asimilar fácilmente la información que cada una de las presentaciones contiene.

FIGURA 14
Secuencia del movimiento



Fuente: Elaboración propia

Fotos: Las fotos son un complemento de las imágenes y las animaciones para hacer más entendible la información textual y gráfica que se muestra en las presentaciones.

FIGURA 15
Fotos en la presentación



Fuente: Elaboración propia

Videos: Los videos constituyen una ayuda adicional a ciertos procesos, se hicieron con el fin de que el estudiante pueda visualizar un caso real de lo que se le está enseñando.

FIGURA 16
Video en la presentación



Fuente: Elaboración propia

Visitas a las empresas: Las visitas presentan aportes mucho más cercanos a la realidad que complementan de una forma muy particular la visión que puede llegar a tener un estudiante a partir de una teoría escrita.

Las empresas que se visitaron fueron:

- Emma
- Imusa
- Arquimuebles
- CNC Mecanizados
- Cía. General de Aceros S.A.
- Bujes y Herrajes
- C.M.G. Ltda.
- CN Cortar
- Tec.Láser S.A.
- Manufacturas Muñoz

8. INTERACCIÓN CON LOS MÓDULOS Y RESULTADOS OBTENIDOS

- Se hizo una guía para el usuario de cómo interactuar con los módulos.
- Se creó una encuesta para evaluar el desempeño de los módulos.
- Se obtuvieron resultados positivos.

9. CONCLUSIONES

Las presentaciones interactivas se convierten en un recurso de gran ayuda en muchos aspectos para la asignatura, incluyendo las siguientes ventajas:

- Soporta la teoría de los libros acerca de los procesos de manufactura en los metales.
- Facilita a los estudiantes el entendimiento de los temas.
- Sirve como ayuda didáctica para el profesor con el fin de hacer más dinámica la clase.
- Sirve como ayuda personalizada con el fin de lograr que el estudiante entienda y asimile el contenido sin necesitar de un recurso adicional.

Al diseñar un módulo interactivo, es necesario tener en cuenta la metodología de interface y teoría del color, con el fin de lograr la atención y la concentración del usuario, y más aún, lograr una aceptación positiva donde el estudiante se interese por el tema y vea la necesidad de incursionar en la presentación.

Cada una de las presentaciones interactivas posee una serie de fotos o videos, en algunos casos ambos, con el fin de mostrar la realidad en el sector metalmeccánico, captando así, el interés por parte del usuario, ya que hasta el momento sólo había podido tener una visión imaginaria acerca de lo que la teoría explicaba.

La importancia de la información presentada en este proyecto radica en que es tomada de las empresas del medio local.

Los casos de estudio nos permitieron ver la realidad de los procesos productivos en los metales aplicados a un producto, esto nos ayudó a plasmar la teoría en un módulo con movimiento. La investigación bibliográfica previa a las visitas en las empresas nos orientó hacia los puntos relevantes en los cuales dedicamos mayor atención. En las empresas pudimos captar imágenes significativas de los procesos y logramos hacer parte de los mismos, es decir, nos pudimos involucrar tanto en el proceso productivo de un producto, que alcanzamos un aprendizaje mucho mayor al que habíamos adquirido hasta el momento. Pudimos ver cómo se aplicaba cada paso de la teoría analizada, haciendo un recorrido dentro de la empresa empezando desde la materia prima hasta el producto terminado. Esta experiencia no sólo nos ayudó a realizar este proyecto, sino que nos sirvió para nuestra formación profesional, ya que nos permitió interactuar en un ambiente laboral de producción, donde nuestros conocimientos en diseño de productos pueden ser aplicados constantemente, siempre teniendo en cuenta que existen consideraciones de diseño para cada uno de los procesos.

Fue necesario crear archivos en el formato PDF, como soporte teórico para los archivos de Macromedia Flash MX, allí se explica con más detalle lo que las presentaciones expresan sobre la base de gráficos y animaciones, y en las cuales el texto es corto y escrito de una forma más amigable y más entendible. Los formatos de PDF también tienen fotos y gráficos explicativos, pero su desarrollo textual es más elaborado.

La realización de las animaciones fue un aspecto muy importante dentro de la presentación y a su vez fue el más difícil de elaborar, debido a que no sólo basta con las ventajas que presenta el programa Macromedia Flash MX sino que es indispensable el talento del diseñador, tanto para la imaginación de cómo representar un gráfico a partir de una realidad vista, como para dibujar con las herramientas y las posibilidades del programa.

REFERENCIAS TOMADAS DE LIBROS

AVNER, Sidney H. Introducción a la metalurgia física. Estados Unidos : McGraw Hill , 1988.

BITZEL, Hubert *et al.* The fascinating world of sheet metal. TRUMPF GmbH + Co. Alemania.

BRALLA, James G. Manual de diseño de producto para manufactura. Tomo 1. México : McGraw Hill/Interamericana de México S.A. de C.V., 1994. p. 191.

-----, -----, Tomo 2. México : McGraw Hill/Interamericana de México S.A. de C.V., 1994. p. 305.

CROSS, Nigel. Métodos de diseño Metódico. México : Limusa S.A. México D.F. p. 35

GERLING, Heinrich. Alrededor de las máquinas-herramientas. España : Editorial Reverte S.A., 1982.

GROOVER, Mikell P. Fundamentos de Manufactura Moderna: Materiales Procesos y Sistemas. México : Prentice Hall Hispanoamericana, 1997. p. 1062.

HESSE, Herman C. Engineering tools and Proceses : a study of production technique. Princeton : D. Van Nostrand, 1941.

KALPAKJIAN, Serowe y SCHMID, Steven R. Manufactura, Ingeniería y Tecnología. 4 ed. México : Pearson Educación, 2002. p. 1176.

LESKO, Jim. Diseño Industrial : Guía de materiales y procesos de manufactura. México : Limusa S.A.. D.F.

METALS HANDBOOK. Vol. 5. Forging and Casting. 8 ed. Asm Handbook Committee. Taylor Lyman, Editor, 1970.

OEHLER, Gerhard. Herramientas de troquelar, estampar y embutir. Barcelona : Gustavo Gili, S.A., 1977. p. 719.

ROSSI, Mario. Máquinas Herramientas modernas. 6 ed. Barcelona : Científico-Médica, 1967.

SCHEY, John A. Procesos de Manufactura. 3 ed. México : McGraw Hill/Interamericana editores, S.A. de C.V. México, D.F., 2001. p. 1003.

REFERENCIAS TOMADAS DE INTERNET

Artículo El corte de chapa mediante oxicrote. [En línea]: <http://www.metalunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=1831>

Artículo sobre el proceso de Electroerosión. [En línea]: www.anser.com.ar/electroerosion.htm

CHAVARRÍA, R. Artículo sobre cizalla de guillotina para metal. [En línea]: http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_153.htm

Corte con agua: Página de la compañía de Flow, creadora de la tecnología de corte y abrasivo. [En línea]: <http://www.flowiberica.com/index.html>

Corte con agua: Página de la compañía de Flow, creadora de la tecnología de corte y abrasivo. [En línea]: <http://www.flowcorp.com/waterjet-resources.cfm?id=335>

Efectos psicológicos del color. [En línea]: http://www.sintoplast.com.ar/Color/default_t.htm

Formado de metales y trabajo con lámina metálica. [En línea]: <http://materias.fcyt.umss.edu.bo/tecnologia/capitulo3.htm>

Interactive educational multi-media modules in net shape manufacturing, Bending process overview. [En línea]: <http://nsmwww.eng.ohio-state.edu/BendingOverview/html/processoverview.html>

Introducción a las máquinas herramientas. [En línea]: http://www.geomundos.com/tecnologia/profelegui/introduccion-a-las-maquinas-herramientas_doc_6081.html

Maquinaria para metal. [En línea]: <http://www.makserweb.com/maqmetal/home.htm>

MORENO, L. Teoría del color. [En línea]: <http://www.desarrolloweb.com/articulos/1491.php?manual=47>

Operaciones especiales oxicrote. [En línea]: http://www.sprl.upv.es/IOP_PM_40.htm

Página de la compañía Arquimuebles, diseño y fabricación de muebles para exteriores. [En línea]: <http://www.arquimuebles.com/index.php>

Página de la compañía CN Cortar, empresa metalmeccánica. [En línea]: <http://www.cncortar.com/sitio/index.php?modulo=portada>

Página de la compañía CIM Co. [En línea]: www.cimco.com.mx/mc_mill.html

Página de la compañía EMMA, extrusión de metales. [En línea]: www.emma.com.co

Página de la compañía Imusa, fabricante de productos para el hogar. [En línea]: <http://www.imusa.com.co/>

Página de la compañía Ingeniería Cima Savard. [En línea]: [www.cima.tie.cl/ Presentacion.htm](http://www.cima.tie.cl/Presentacion.htm)

Página de la compañía Klingspor. [En línea]: www.klingspor.com.mx/dcorte.htm

Página de la compañía Otto Junker. [En línea]: www.otto-junker.de/.../leichtmetall.php

Página de la compañía Prospect Machine Products, Inc. [En línea]: <http://www.prospectmachineeyelets.com/espanol/animation1.htm>

Página de la empresa Mimsa, maquinaria industrial. [En línea]: <http://www.mimaquinaria.com/invbox.htm>

Página del Centro de Tecnología Láser. [En línea]: <http://www.puntolog.com/id/ctl/ctl.htm>

Página del Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad Nacional de la Pampa. [En línea]: http://www.ing.unlpam.edu.ar/~material/tecmechanica/material_didactico.htm

Teoría de interfaces. [En línea]: www.romiglia.com

Trabajo referente a los procesos de troquelado y embutido. [En línea]: <http://html.rincondelvago.com/troquelados.html>

Trabajo referente a los tipos de prensa. [En línea]: <http://html.rincondelvago.com/tipos-de-prensas-y-su-clasificacion.html>

Trabajo referente al proceso de forjado. [En línea]: <http://64.233.187.104/search?q=cache:XM-gTACa49MJ:materias.fcyt.umss.edu.bo/tecno-II/PDF/cap-322.pdf+premsas+de+forjado&hl=es>

ORINAL FEMENINO, UNA PROPUESTA DE DISEÑO

AUTORES

JUAN IGNACIO CORREA RAMÍREZ
jcorre10@eafit.edu.co

ESTEBAN GONZÁLEZ POSADA
egonzal9@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
INDUSTRIAL DESING

RESUMEN

Según una investigación exploratoria, un 93.5% de las mujeres entrevistadas consideran necesario intervenir en el diseño de los sanitarios públicos femeninos.

Enfrentar este problema de diseño como trabajo de grado se convierte en un verdadero reto. Investigar dicho tema es difícil dado su carácter tabú y sus aspectos culturales e íntimos y obtener esta información de la usuaria se vuelve indispensable al plantear diseñar el producto no sólo para ellas, sino con ellas. Un acompañamiento constante de las mujeres y una investigación histórica del problema, da cómo resultado que el mal uso de los sanitarios públicos está basado en creencias que han pasado de generación en generación. Creencias que según las investigaciones realizadas, no tienen fundamentos científicos. Así se concluye entonces que el problema es puramente psicológico y emocional y no funcional. El fin del proyecto se convierte entonces, en crear una estrategia, una estrategia desde el diseño de producto que anule los temores de las mujeres al usar los sanitarios públicos.

PALABRAS CLAVE

Orinal Femenino. Tabú. Mitos. Metodología de diseño

ABSTRACT

In an exploratory investigation, 93.5% of the interviewed women believed it was necessary to intervene in the design of female public toilets.

To take this design problem as a graduation project becomes a real challenge. To investigate such a theme is difficult given its taboo characteristics and its cultural and intimate aspects. And when designing not just for the user, but also with the user, to obtain information from them becomes essential. A constant presence of women and a historical investigation of the problem gives as a result that the misuse of female public toilets is based on beliefs that have passed from generation to generation. Beliefs that were found not to have any scientific grounds after some research was done. With this said, the problem is purely psychological and emotional and not functional. The project becomes the creation of a strategy, a strategy in the form a design proposal that tries to nullify the fears of using a female public toilet.

KEY WORDS

Female Urinal. Myths. Taboo. Design Methodology

INTRODUCCIÓN

En este artículo se pretende concientizar al lector acerca de un tema que aunque cada mujer conoce en su intimidad muy pocas veces ha sido puesto de manifiesto en el ámbito público.

Se puede analizar desde varios puntos de vista el problema que tienen las mujeres al entrar a un baño público desaseado, en ocasiones este simple acto natural puede convertirse en una catástrofe que es vivida por millones de mujeres varias veces al día.

En este artículo y en el proyecto de donde surgió se quiere dar importancia a este tema, se busca motivar a las personas a pensar en una solución ya que vivimos en una sociedad que tiene millones de artefactos y soluciones a problemas que nunca existieron pero en contraste no han solucionado una incomodidad que han tenido las mujeres por siglos.

En este proyecto se investigó de dónde provino el problema, y se buscó una solución enfocada no sólo desde el punto de la ingeniería sino que por medio de un planteamiento metodológico trato de verlo de la manera más global posible, tocando la psicología y la sociología.

En este artículo se invita a conocer un proyecto de Ingeniería de Diseño en el que no se proponen nuevos materiales, ni nuevos procesos de manufactura, se propone una investigación que arroja un artefacto, una propuesta que sirve como acercamiento al problema y más que nada rompe con la barrera que presentaba nuestra sociedad a un problema tácito, latente.

EL PROYECTO

Diseñar un producto es intervenir técnica y conceptualmente en todos sus componentes y, de manera óptima, ofrecer el agrado que brindan al usuario su forma y su utilización, antes o después de que un colectivo de consumidores lo requiera como un bien necesario.

Cuando el producto está vinculado a aspectos fuertemente subjetivos, con elementos socioculturales difíciles de procesar, como es el caso de aspectos religiosos, sexuales o emocionales, tanto el diseñador como el mercado se

enfrentan a un máximo reto en el proceso de crear o mejorar el bien y su uso.

Ese es el caso que hoy nos ocupa y que se dio al diseñar un orinal femenino, que si no resuelve al máximo la incomodidad, inseguridad y desagrado en el uso de este bien, por lo menos disminuye en gran medida esas incomodidades y prevenciones que en una consciente investigación sobre el tema, se registraron como constantes en la gran mayoría de las mujeres que tienen que compartir la utilización de un sanitario para eliminar.

Plantear este proyecto como trabajo de grado no fue fácil, mucho menos lo fue el abordar el tema y las investigaciones de campo, dados los aspectos culturales y de intimidad que para ello se requieren.

Esas mismas dificultades físicas y emocionales que afloran en el evento de compartir un sanitario entre las mujeres, fueron el argumento más que suficiente y necesario para que el inicio del proyecto adquiriera la fuerza requerida, tanto en el interés de los ingenieros de diseño como en el de las demás personas que con sus aportes o participación, hicieron posible que hoy se presente el modelo de orinal logrado como una solución parcial al problema planteado en su uso.

Desde hace siglos se han presentado varios intentos de solución al problema de las mujeres al utilizar los baños públicos y en la actualidad no han sido pocos. Estos no han trascendido, al parecer debido a que siempre se abordó el problema desde una perspectiva técnica cuando en realidad éste radica principalmente en factores perceptivos y emocionales.

La idea partió desde el momento en que empieza a llegar espontánea información de todas aquellas prevenciones y desagradados que asaltan a las usuarias de un sanitario público, porque la convergencia de variables anatómicas y variables de diseño, hacen de éste un lugar desagradable y hasta indigno para su utilización.

Fue por eso que se trató de arrimar a la investigación el mayor cúmulo de información cultural e histórica sobre las soluciones, los usos y costumbres en los sanitarios femeninos, encontrando que han sido varios los diseños y creaciones con los cuales se ha intentado solucionar o mejorar el problema aquí planteado.

Se propuso abordar el análisis con el mayor rigor científico posible de obtener en calidad de Ingenieros Diseñadores, con la mayor dedicación metodológica en la recolección de información y estadísticas, ingredientes vertidos en el conocimiento académico para, así, sumarse a la búsqueda de la solución contemporánea que surgió de la pregunta con la cual se partió para realizar este proyecto: ¿Será que las mujeres necesitan un cambio en el diseño de los sanitarios públicos?

La respuesta a esa pregunta la ha intentado dar históricamente el desarrollo que ha tenido toda la oferta del diseño hasta hoy conocido y aplicado a la solución del problema. Se concluyó que ese intento de respuesta será continuo y no podrá parar mientras el progreso, la cultura y la moda, no se detengan en hacer su aporte al bienestar del consumidor para lo cual siempre deberán estar alerta y preparados la ingeniería y el diseño.

Una vez justificado el proyecto se indagó más y para ello, se procedió a encontrar información con una investigación en la fuente directa que eran las mujeres, utilizando dos herramientas de investigación de mercados como son la entrevista a profundidad y la encuesta.

Fue un objetivo claro puntualizar cómo a lo largo de la historia se presentan elementos que influyen el imaginario colectivo y generan temor, rechazo y conflicto con la genitalidad de una persona en un ámbito público.

Desde hace más de 4,500 años el hombre ha venido desarrollando soluciones para el manejo de sus desechos corporales y estas soluciones han sido claves para el desarrollo de su cultura y el progreso.

Desde los primeros pasos del hombre camino a la formación de una sociedad, el baño ha sido un elemento acompañante del cual éste nunca ha podido prescindir ni prescindirá, ya que son las funciones corporales las que indican que se está vivo, que es un ser orgánico que cumple funciones orgánicas y mientras el hombre siga siendo hombre, tendrá la necesidad de la eliminación de sus desechos.

Vale remontarse al momento en el que el hombre en sus comienzos fue un ser nómada y su necesidad de obtener alimento lo obligaba a desplazarse constantemente apenas los recursos de sus campamentos eran consumidos. Durante

este período el ser humano hacía sus necesidades fisiológicas en el lugar donde se presentara la necesidad. Pero a medida que el hombre aprendió a cultivar, permaneció más tiempo en sus campamentos que dejaban de ser espacios efímeros y comenzaban a transformarse en aldeas. Fue necesario entonces desplazarse una distancia prudente de su casa para evitar problemas como malos olores y enfermedades.

En los comienzos de la sociedad moderna, el cuarto de baño como lo conocemos hoy era un elemento que en su ámbito privado se encontró dividido, por un lado la zona de baño y por el otro lado el sanitario.

La zona de aseo corporal se encontraba al interior de la casa y tuvo diferentes momentos y connotaciones de acuerdo al imaginario colectivo de su momento. Durante la época de la peste existió la creencia de que el hecho de bañarse contribuía a su contagio ya que éste eliminaba la capa de grasa protectora y abría los poros por los cuales entraba la peste. En otros momentos, el baño fue considerado como una forma de prevención de enfermedades como la tuberculosis y la sífilis ya que se creyó que éstas eran transmitidas a través del miasma, que era una condición de suciedad tanto personal como del lugar donde se habita.

Esto generó una serie de cambios en el comportamiento de la sociedad llegando incluso a afectar la moda. En los siglos XVI y XVII la ropa interior emerge y se exhibe para demostrar lo limpio que se está. En cuanto al ámbito público, el baño era considerado un lugar de reunión, foco de infecciones y en ocasiones algo mundano donde se realizaban negocios sucios y prostitución. "Más allá de ciertas preocupaciones termales, a menudo reales, estos baños de la Edad Media mezclaban sus prácticas con las de las tabernas, los burdeles y los garitos en los que agitaciones y turbulencias vivían en buena vecindad" (Georges Vigarello, 1991).

Lo anterior es el inicio de una serie de mitos que sobreviven hasta hoy y que no sólo afectan el baño sino a todas las funciones relacionadas con él.

El sanitario, por otro lado, fue relegado y apartado del hogar siendo éste un cuarto de letrina en el patio trasero o una bacinilla bajo la cama, situación que se mantuvo hasta el siglo XVI, momento en el cual Sir John Harington desarrolló uno de los grandes inventos de la humanidad, el sistema sanitario y de acueducto. Antes de esto las calles de las ciudades eran cloacas al aire libre.

Fue a partir del siglo XVII cuando con ayuda del microscopio, Luís Pasteur vio lo invisible que comenzó lentamente una verdadera cultura de la higiene. A partir de este momento mantenerse alejado de los “desechos” humanos no sólo se hace por comodidad sino por salud. La instalación de sistemas sanitarios dentro de los hogares se volvió más popular; las casas cambiaron e incorporaron dentro de su arquitectura espacios para los sistemas sanitarios. La ciudad comenzó a transformarse y una red subterránea de alcantarillado se instaló; la ciudad cambió.

Con el tiempo la presencia de sanitarios en los hogares se volvió una necesidad que comenzó a migrar hacia lugares comerciales. Estos nuevos espacios se convirtieron en parte esencial de los atributos y herramientas de competencia de estos lugares, incluso convirtiéndose en una normativa para los espacios públicos.

La primera reseña que se tiene de la diferenciación entre baño de caballeros y baño de damas, fue en un gran baile celebrado en París en 1739. No sólo se marcaron los nombres de “damas” y “caballeros”, sino que además se agregaron las figuras de camarera y criado respectivamente.

A lo largo del tiempo no se evidencia ningún cambio significativo en los sanitarios públicos. Sí existen avances tecnológicos que han hecho de la situación una más cómoda, pero debido a que este no ha sufrido ningún cambio radical, se puede afirmar que dicha actividad se ha conservado relativamente igual desde sus comienzos.

El desarrollo de una sociedad se ha medido por su nivel de vida, sus desarrollos técnicos, su infraestructura, su nivel cultural y aunque suene extraño, por sus baños; “El baño público es la cara de la nación; revela directamente los estándares de vivencia y de moral” (Frank M. H. Wu.)¹. El tema del sanitario público ha llegado a ser considerado como una forma de medir el nivel cultural de una sociedad; “A más desarrollo en una sociedad más salubridad se encontrará en ésta; el sanitario es un enlace crítico entre el orden y el

desorden, entre un buen y un mal ambiente” (Dr. Binderswar Pathak PhD, 1995)².

Debido al mal o no uso de los baños públicos, existen situaciones particulares que han generado un cambio en la forma como individuos, especialmente las mujeres se enfrentan con el uso del baño público.

Dando un salto en la historia y dejando por descontado que se inventó la solución para el manejo de los desechos humanos, se llegó al planteamiento de un problema que, aunque para todas las mujeres es evidente, ha permanecido oculto en ellas, de ellas mismas y en especial de los hombres.

Durante décadas, las mujeres han considerado un problema el entrar a los sanitarios públicos a orinar. El sentarse en el asiento y tener contacto directo con su piel donde otras mujeres desconocidas se han sentado, resulta para ellas una situación incómoda y de desconfianza.

Se puso de manifiesto el hecho y se pretendió sensibilizar a la comunidad, sobre una situación que se vive día a día desde hace siglos. Hubo entonces una motivación para proponer un artefacto más, enfocado no sólo desde el punto de la ingeniería sino desde un planteamiento metodológico que busca ahondar en el problema.

Para contribuir a la factibilidad del producto, la investigación del usuario se realizó teniendo en cuenta aspectos como el fisiológico, psicológico y emocional.

Por ello se presenta una propuesta de desarrollo que buscó dar a las mujeres una alternativa dentro de un baño público para orinar de una forma más cómoda y digna.

Para lograr esta meta se analizó la usuaria y se diseñó el producto con ella, teniendo en cuenta los factores psicológicos, emocionales, funcionales y estéticos.

De un total de 294 encuestas respondidas, 93.5% dijeron Sí a la existencia del problema, mientras que un 6.5% dijeron que No.

¹ The Design of Humanized Public Toilets. Frank M. H. Wu. Presidente de la Asociación de Sanitarios de Taiwan y Profesor en la Universidad Nacional de Ciencia y Tecnología de Taiwan.

² Dr. Bindeshwar Pathak Ph.D , Simposio internacional de baños públicos en Hong kong 1995.

Saltó a la palestra la respuesta de las encuestadas, como un dilema planteado en términos como los que muestran que la mayoría de las mujeres no se sienta en un sanitario por asco y por miedo al contagio de enfermedades venéreas, infecciones urinarias (cistitis) o infecciones fúngicas.

Luego de investigar con especialistas en el tema de la salud, se encontró que estas enfermedades no se contagian en los baños públicos; el problema es de carácter psicológico, basado en mitos que vienen desde siglos atrás.

Se concluyó que no existía ningún problema en el diseño del producto actual y ¿Si no existía un problema de diseño de producto, entonces para qué continuar con el proyecto?

Era necesario entonces crear una estrategia que buscara mejorar la situación del uso de los sanitarios públicos femeninos, dicha estrategia creada desde el diseño de producto buscando anular los temores que existen al entrar a un sanitario público femenino.

La propuesta de diseño es entonces la estrategia.

CONCLUSIONES

Dado el contenido humano y subjetivo del proyecto y al hecho de que el proceso de mitificación de este tema se viene dando desde hace siglos se considera de gran importancia la realización de este proyecto pero además se piensa en éste como un primer paso que requiere el ahondamiento en el tema por parte de otras disciplinas ajenas a la ingeniería de diseño.

En este caso el diseño fue aplicado a la generación de una estrategia, que dada la naturaleza psicológica y emocional, y al hecho de que ninguno de los mitos presentes en el tema de los baños tiene fundamentos científicos, no se busca solucionarlo de manera técnica sino que busca anular los temores generados por éstos.

BIBLIOGRAFÍA

GEORGES Vigarello, Lo limpio y lo sucio. Alianza Editorial, 1991.

LAWRENCE Wright ; Julio Gómez de la Serna, Pulcro y decente: la interesante y divertida historia del cuarto de baño y del W.C. / editorial forjalvo 1962

FRANK M. H. Wu. The Design of Humanized Public Toilets. Tokyo 2004

Dr. BINDESHWAR Pathak Ph.D, Simposio internacional de baños públicos, Hong kong 1995.

DESARROLLO DE UN DISPOSITIVO DIGITAL MULTIFUNCIONAL QUE PERMITA ENCONTRAR OBJETOS DENTRO DEL HOGAR U OFICINA

AUTOR

PEDRO MIGUEL ISAZA OROZCO
pisazaor@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

El desarrollo del dispositivo digital multifuncional se llevó a cabo como proyecto de grado de la carrera Ingeniería de Diseño de Producto, con el interés de resolver el problema de los objetos que se pierden en lugares cerrados. El producto se desarrolló mediante un proceso de diseño que cumplió con diferentes objetivos específicos (investigación, diseño conceptual, estudio de tecnologías, estudio de producción local, diseño de alternativas, pruebas, diseño de detalle, elaboración del prototipo y documentación del proceso). La metodología utilizada permitió realizar los objetivos específicos, llevando paso a paso el proyecto de manera ordenada partiendo de un problema general y desglosándolo en subproblemas para obtener soluciones particulares y luego obtener una solución general y objetiva del producto.

PALABRAS CLAVE

PDS. Domótica. Prototipo. Gadget

ABSTRACT

The development of the multifunctional digital device took place as a graduate project for the Product Design Engineering program. The intention was to solve the problem of losing objects in closed spaces. The product was obtained with a design process in which different specific objectives were carried out (investigation, concept design, technology and local production studies, alternative design, product analysis, detail design, production of the prototype and documentation of the process). The applied methodology made possible the realization of the specific objectives, taking the project step by step starting with a general problem and separating it into subproblems to obtain specific solutions and then obtain a general and objective solution.

KEY WORDS

PDS. Domotics. Prototype. Gadget

INTRODUCCIÓN

Los dispositivos electrónicos se han convertido desde hace varios años en objetos de la vida cotidiana y se han desarrollado para los diversos contextos tanto en la ciudad como en el campo, el trabajo, el deporte, el estudio y otras actividades buscando mejorar la calidad de vida y proporcionar comodidades al usuario.

Desde los años 70 y especialmente a finales de los años 80 con la casa Tron en Japón, el interés por vincular los dispositivos electrónicos al ámbito del hogar se viene desarrollando con gran interés. La posibilidad de proporcionar mayores comodidades a los residentes y el reducir el consumo de energía han sido las principales razones para la realización de dichos dispositivos. Por estos factores, la domótica surgió y se ha venido desarrollando principalmente con miras a la automatización de las viviendas, en cuanto a los recursos que utiliza, la seguridad, el ahorro de energía y la programación de actividades.

Con el interés de aproximarnos al estudio de la domótica, se investigaron y analizaron diversos temas que permitieron una integración de conceptos para el posible desarrollo de un dispositivo electrónico cuya función principal es proporcionar comodidad para sus usuarios por medio de las funciones que éste realiza.

El desarrollo de este producto contó con la implementación de los conocimientos adquiridos durante la carrera de Ingeniería de Diseño de Producto y con experiencias personales que permitieron la aplicación de una metodología para desarrollar un producto útil a un mercado determinado, teniendo en cuenta aspectos de mercadeo, tecnología, estética, ergonomía, procesos productivos, diseño para el ensamble y el entorno, entre otros.

Toda la información enunciada es ampliada en el informe de proyecto de grado titulado "Desarrollo de un dispositivo digital multifuncional que permita encontrar objetos dentro del hogar u oficina".

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Existen ocasiones en los hogares y oficinas donde es difícil encontrar algunos objetos debido a que son previamente

mal ubicados, o porque son utilizados sin saber, por otra persona. Objetos como el control remoto de la televisión, el teléfono inalámbrico y la billetera son algunos de los que frecuentemente se pierden momentáneamente o por días debido a su tamaño, a la posibilidad de trasladarlos de un lugar a otro y/o por simple olvido del lugar donde se dejaron la última vez que se utilizaron (datos obtenidos en una encuesta preliminar).

Otra ocasión en la cual nos damos cuenta de que no poseemos algunos objetos que se necesitan cotidianamente, es en el momento que vamos a salir de la casa u oficina. En este caso es común la pérdida de las llaves del vehículo o de la residencia, de los anteojos y del celular.

El hecho de no encontrar estos artículos en el momento que son necesarios causa incomodidad, ansiedad, desespero y otras emociones negativas en los usuarios. Otro de los resultados obtenidos en la encuesta preliminar, demostró que un 87% de los encuestados estarían interesados en comprar un dispositivo que les permitiera ubicar los objetos que más frecuentemente se pierden en la casa. Teniendo en cuenta éstos resultados se comenzó el desarrollo de un dispositivo que permite rastrear estos objetos.

A diferencia de un *gadget*¹, éste objeto es un dispositivo integrado con varias funciones el cual se puede instalar en las zonas de la vivienda más cómodas o en las que el usuario permanece más tiempo, como su habitación, la biblioteca, el ingreso de la residencia, etc. El dispositivo se integra al hogar, logrando también un acercamiento a las tendencias tecnológicas contemporáneas como la domótica.

ESTADO DEL ARTE

Para comenzar el proyecto fue necesario investigar los diferentes productos que se encontraban en el mercado que sirven para rastrear objetos, y que hacen parte del entorno dentro de los hogares. Se encontraron gadgets análogos y digitales para la búsqueda de objetos y se investigaron los interruptores debido a que controlan diferentes actividades en casas u oficinas como apagado y encendido de luz, aire acondicionado, control de persianas, etc. También se

¹ Pequeño aparato ingenioso y simple que lleva a cabo una función específica.

estudiaron diferentes productos domóticos los cuales integran varios electrodomésticos y actividades en la casa para ofrecer comodidad a sus usuarios. Estos productos aparecen en la Figura 1.

FIGURA 1
Keyfinder digital, interruptor, dispositivo domótico



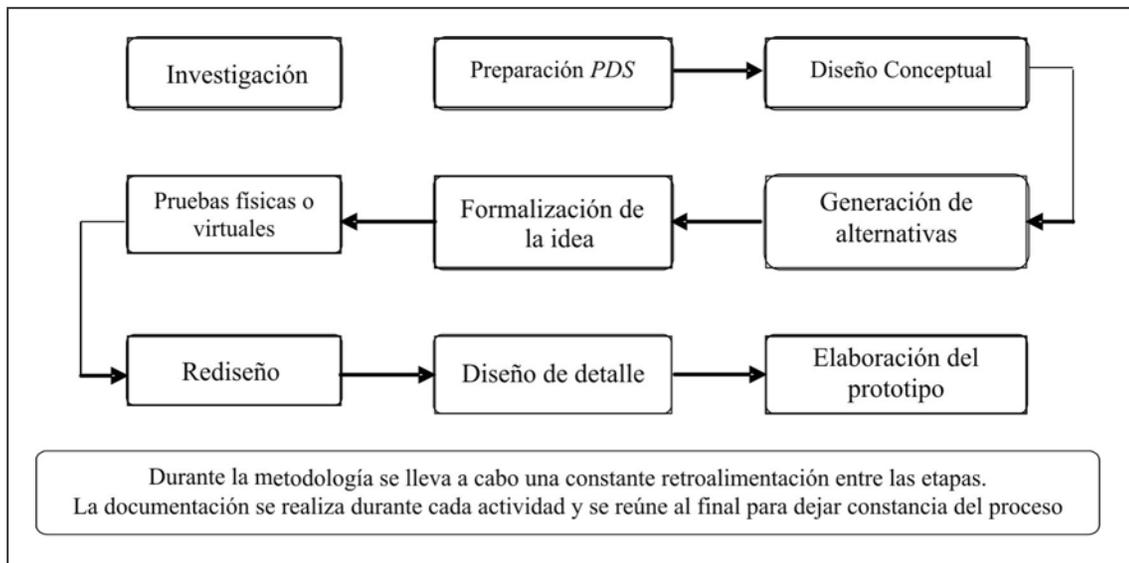
Fuente: www.radioshack.com, www.ave.com, www.bpt.it

Durante esta investigación se encontraron varias empresas principalmente europeas, que han desarrollado interruptores y productos domóticos como ABB, Gewiss, Bticino, Vimar, Siemens, Leviton, AVE, Hager group, Ariston, Legrand y Vaillant, entre otras.

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este producto se implementó la metodología que se lleva a cabo en la mayoría de los proyectos realizados en el programa de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad EAFIT. Ésta se presenta el siguiente gráfico.

GRÁFICO 1
Metodología



Fuente: Elaboración Propia

OBJETIVOS

El objetivo general del proyecto consistía en desarrollar un dispositivo multifuncional orientado hacia el hogar u oficina cuya función principal permitiera encontrar objetos que se extravían con regularidad. El alcance era elaborar un prototipo del producto desarrollado y documentar su proceso.

Los objetivos específicos que permitieron el desarrollo paso a paso del proyecto se pueden ver a continuación.

- **Analizar al usuario y a la competencia para elaborar el PDS del producto**

El análisis de la competencia se efectuó estudiando los productos que se encontraban en el mercado que podían realizar funciones para el hogar (como se mencionó anteriormente *gadgets* para rastrear objetos, interruptores, productos domóticos) y detectar las compañías que los producían.

Para analizar al usuario fue necesario llevar a cabo una encuesta preliminar para determinar si la idea de un producto

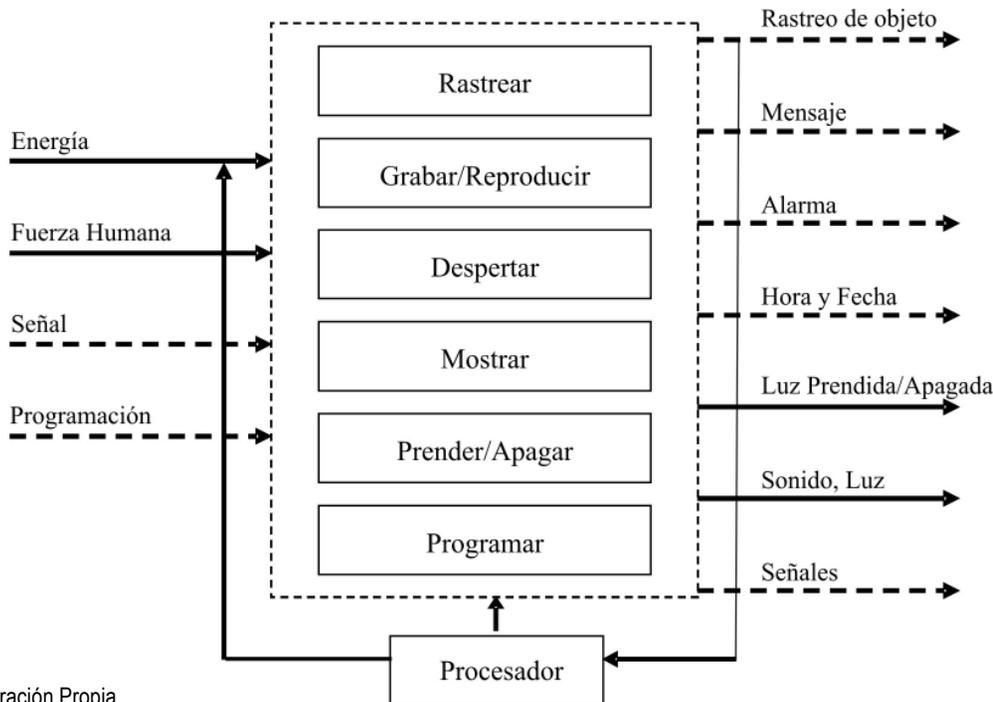
para rastrear objetos tenía buena acogida y establecer qué productos se extraviaban con más frecuencia. Al encontrar una buena aceptación del producto se continuó con dos entrevistas a profundidad de las cuales se obtuvieron demandas y deseos directos de usuarios potenciales del producto.

Con la información obtenida se realizó el *PDS (Product Design Specifications)*, un documento en el cual se encuentran 31 elementos que se deben considerar para el diseño de un producto. Para cada elemento se evidenció la investigación de la competencia y se expresaron las demandas y deseos tanto del usuario como del diseñador. Estas demandas y deseos se tradujeron a requerimientos técnicos que debía tener el producto.

- **Desarrollar el diseño conceptual**

En la etapa de diseño conceptual se realizó la caja negra del producto (ver Gráfico 2) teniendo en cuenta los flujos de materia, energía e información que pasan por éste para obtener los resultados que debe realizar el dispositivo.

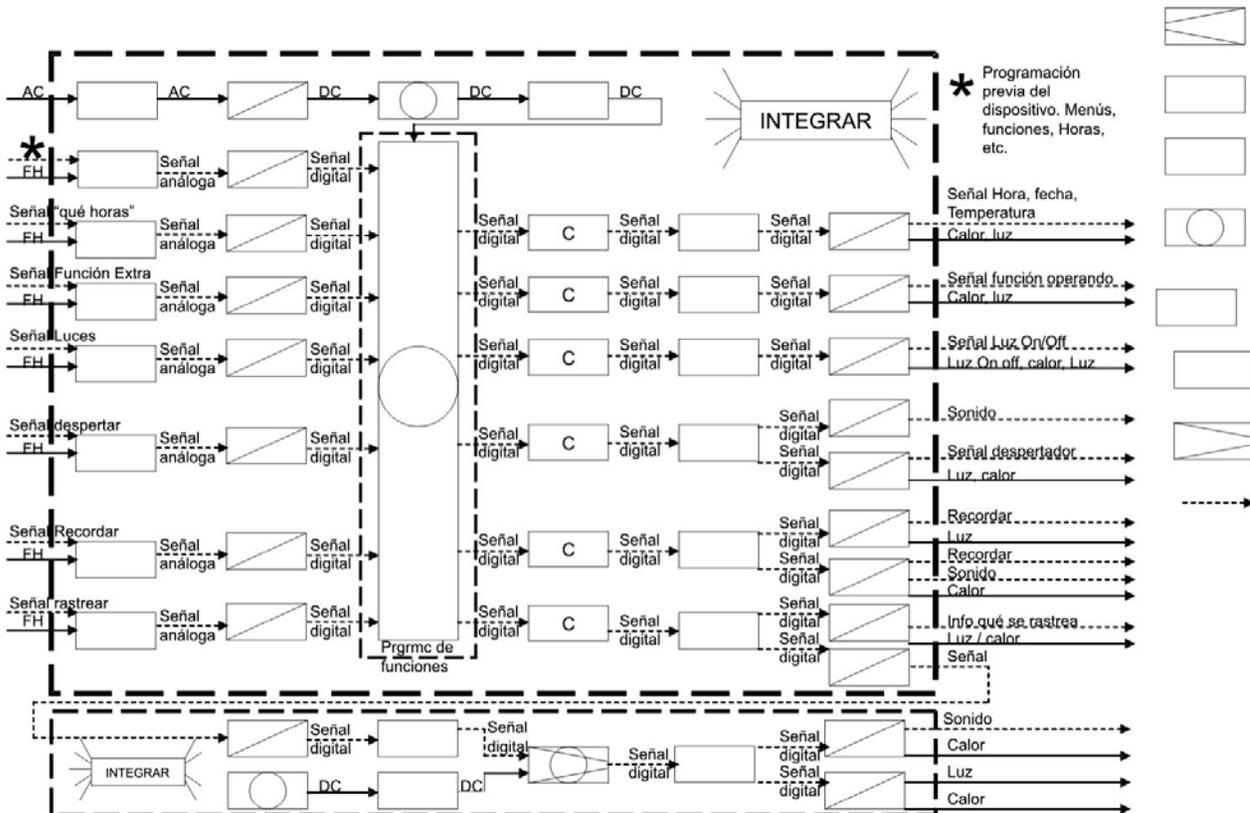
GRÁFICO 2
Caja negra



Fuente: Elaboración Propia

Los portadores de función de la caja negra se desglosaron en la estructura funcional (ver Gráfico 3) para poder analizar cada función por separado.

GRÁFICO 3
Estructura funcional



Fuente: Elaboración Propia

Las soluciones para cada portador se definieron con una matriz morfológica en la cual se encontraban diferentes alternativas para solucionar una o varias funciones a la vez. Ver Gráfico 4.

- **Estudiar algunas tecnologías que se pueden implementar**

Al definir en la matriz morfológica algunas alternativas para solucionar problemas específicos del producto, los componentes tecnológicos se investigaron más a fondo para conocer sus ventajas y desventajas. Para la transmisión de datos se estudió la tecnología infrarroja, de radiofrecuencia y *Bluetooth*[®]. Para la pantalla, se investigaron las matrices de *LEDs*, los *LCD* (*Display de Cristal Líquido*) y las pantallas de plasma. Para la conducción de energía y señales se tuvieron en cuenta las tarjetas universales, los circuitos impresos y los montajes aéreos.

GRÁFICO 4
Matriz morfológica

FUNCIÓN	PORTADOR 1	PORTADOR 2	PORTADOR 3
Conducir AC / Conducir DC	 Tarjeta Universal y Cables	 Ruta Circuito Impreso	 Montaje aéreo
Transformar voltaje	 Divisor de Voltaje	 Transformador 504	 Transformador 502
Conducir: FH / Señal “qué horas” / Función Extra / Luces / Despertar / Recordar / Rastrear y Convertir Señal Análoga a Digital	 Pulsador	 Interruptor	 Interruptor de codillo
Almacenar Señal Digital Comparar Señales	 PIC 16F873 28 pines	 PIC 16F877 40 pines	 PIC 18F452 40 pines
Componentes Xtras Alternativa 1: Reloj Alternativa 2: Sintetizador Alternativa 3 Rastreador	 Reloj <i>RTC DS1307</i>	 Sintetizador de voz ISD 2560P	VER FUNCIÓN RASTREAR
Transformar Señal Digital en sonido	 <i>Pito electrónico</i>	 <i>Altoparlante de alta frecuencia</i>	 Parlante
Transformar Señal Digital en Señal hora, función operando, despertador, rastreador, recordatorio	 LCD	 Matriz de puntos	 <i>Display de plasma</i>
Rastrear	 Infrarrojo	 <i>Bluetooth</i>	 Radiofrecuencia

Fuente: Elaboración Propia

• **Investigar compañías locales para el desarrollo del producto**

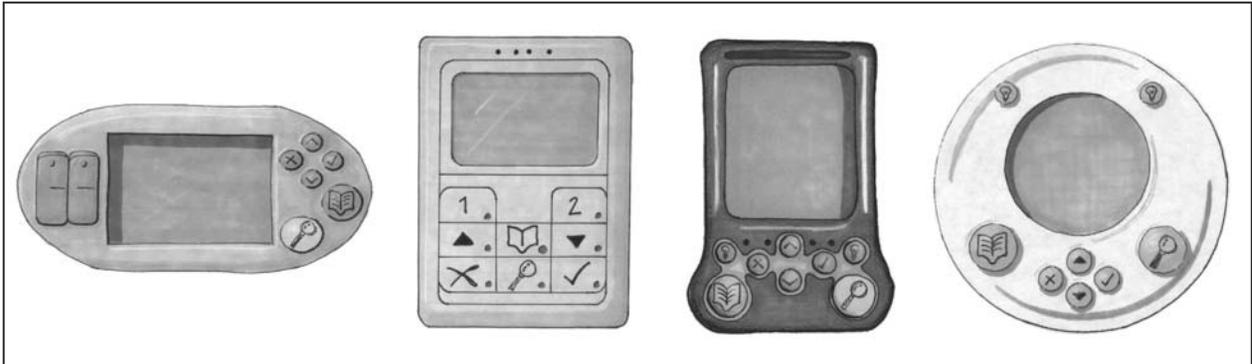
Para elegir los componentes también fue importante saber la posibilidad de desarrollo del dispositivo tanto a nivel de programación como de producción y el uso de los componentes a nivel local. Para esto, se investigaron las siguientes compañías: Speed Solutions, Sentry, Automaticom, Celsa, Softrónica, Rivar, Superbarman y Ascensores Andino. La investigación resultó exitosa al concluir que a nivel local, algunas de estas compañías tienen la capacidad de desarrollar este tipo de productos, de producirlos y de comercializarlos.

Las alternativas de la matriz morfológica fueron evaluadas según criterios de tamaño, costo, confiabilidad, fácil realización y uso (desarrollo), atractivo, comercial y realización (producción). Los criterios se obtuvieron del *PDS* y del diseñador.

• **Generar diversas alternativas del producto y elegir la más apropiada**

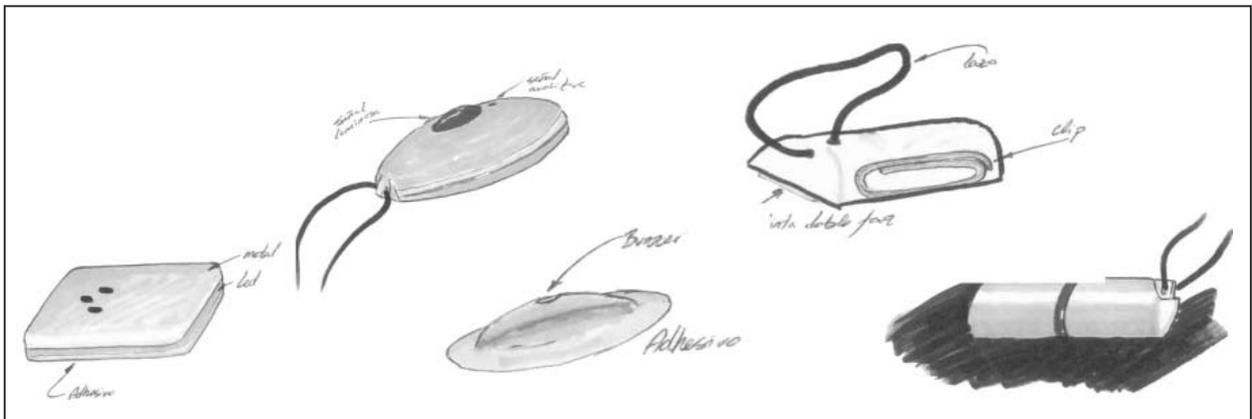
Al definir los componentes se continuó con la elaboración de las alternativas de diseño para la parte de la interfaz (que se instalaría en la red eléctrica del hogar) (ver Figura 2) y de los receptores (mediante los cuales se rastrear los objetos) (ver Figura 3).

FIGURA 2
Alternativas de la interfaz 1, 2, 3 y 4



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 3
Alternativas de los receptores



Fuente: Elaboración propia

Estas alternativas fueron evaluadas con los mismos criterios. Para la interfaz se seleccionó la alternativa 4. Para el receptor no hubo evaluación debido a que se eligió un circuito de radiofrecuencia comercial el cual determinó el diseño.

- **Someter la idea seleccionada a pruebas**

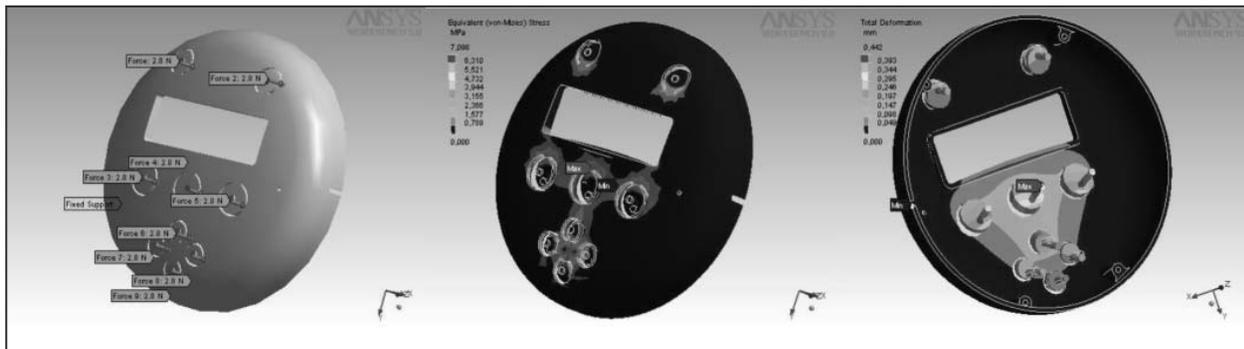
La idea seleccionada fue sometida a diferentes pruebas (reales, virtuales y de usuario).

Al realizar un modelo en computador en el *software Pro Engineer Wildfire 2.0*[®] se produjo un prototipo de la carcasa

en resina de poliestireno el cual se sometió a cargas para determinar si el material del prototipo final aguantaría el uso. La prueba fue exitosa y la carcasa resistió la carga a la que fue sometida.

Con el mismo modelo en 3D se realizó una prueba de elementos finitos en el *software Ansys Simulator Workbench*[®], sometiendo la carcasa con el material real (ABS/PS) a cargas puntuales para determinar si fallaría la carcasa (ver Figura 4). La prueba fue exitosa, alcanzando un factor de seguridad de 3.2 veces más, antes de fallar.

FIGURA 4
Pruebas virtuales



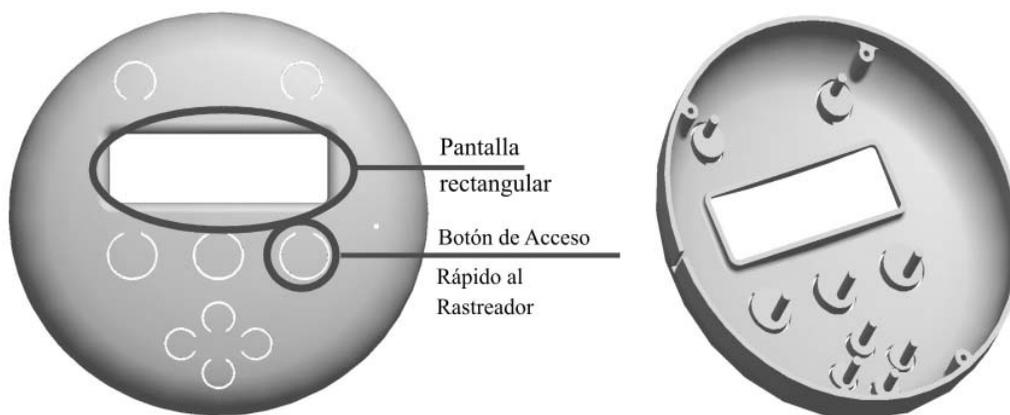
Fuente: Elaboración propia

La prueba de funcionamiento-usuario se llevó a cabo utilizando un montaje del circuito electrónico para determinar fallas en el programa y en los componentes. La prueba enunció posibles cambios y mejoras.

- **Realizar el diseño al detalle**

Para el diseño de detalle se definieron dimensiones, se unificaron los botones a la carcasa para eliminar piezas (utilizando herramientas de diseño para el ensamble y la manufactura *DFA* y *DFM*), y se tuvieron en cuenta principios de la *Gestalt* para conservar un equilibrio del producto a la vez ser ergonómico para el usuario. Además se definieron los tamaños de los botones y los íconos para el control del programa (ver Figura 5).

FIGURA 5
Diseño de detalle

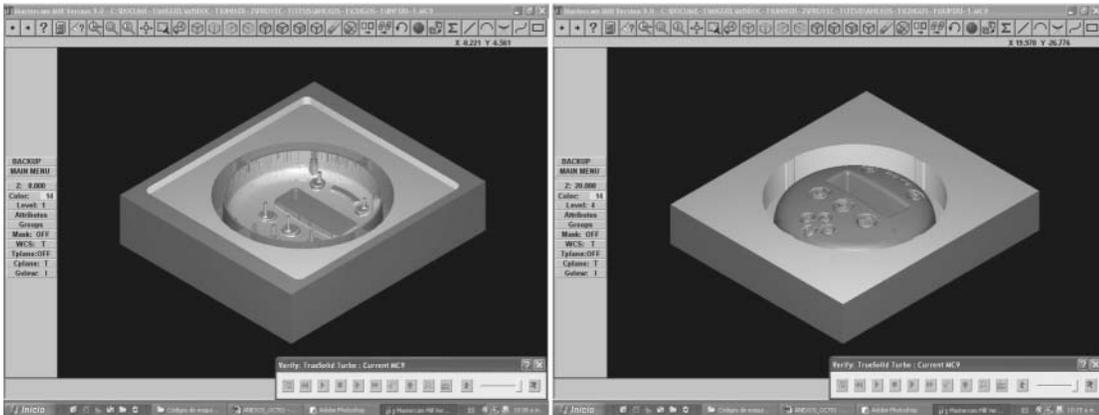


Fuente: Elaboración propia

- **Preparar los documentos para la elaboración del prototipo**

Para la elaboración del prototipo, se implementaron varios procesos. La carcasa se llevó a cabo en control numérico, por lo tanto se realizaron los códigos de maquinado (ver Figura 6) en el *software Mastercam Mill 9.0*®.

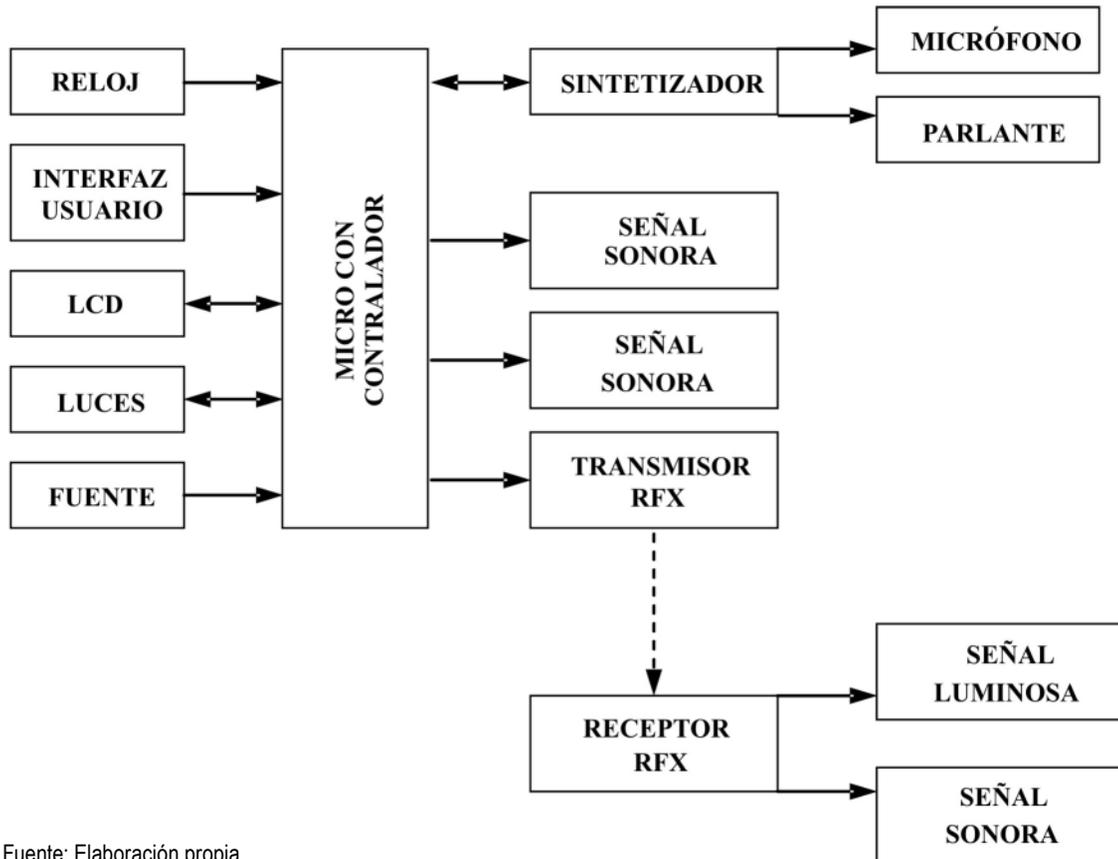
FIGURA 6
Códigos de maquinado



Fuente: Elaboración propia

Los circuitos impresos se prepararon en el *software Eagle 4.03®*. Para la programación fue necesario primero realizar un diagrama de bloques lógicos (ver Gráfico 5) para saber que necesitaría para su funcionamiento.

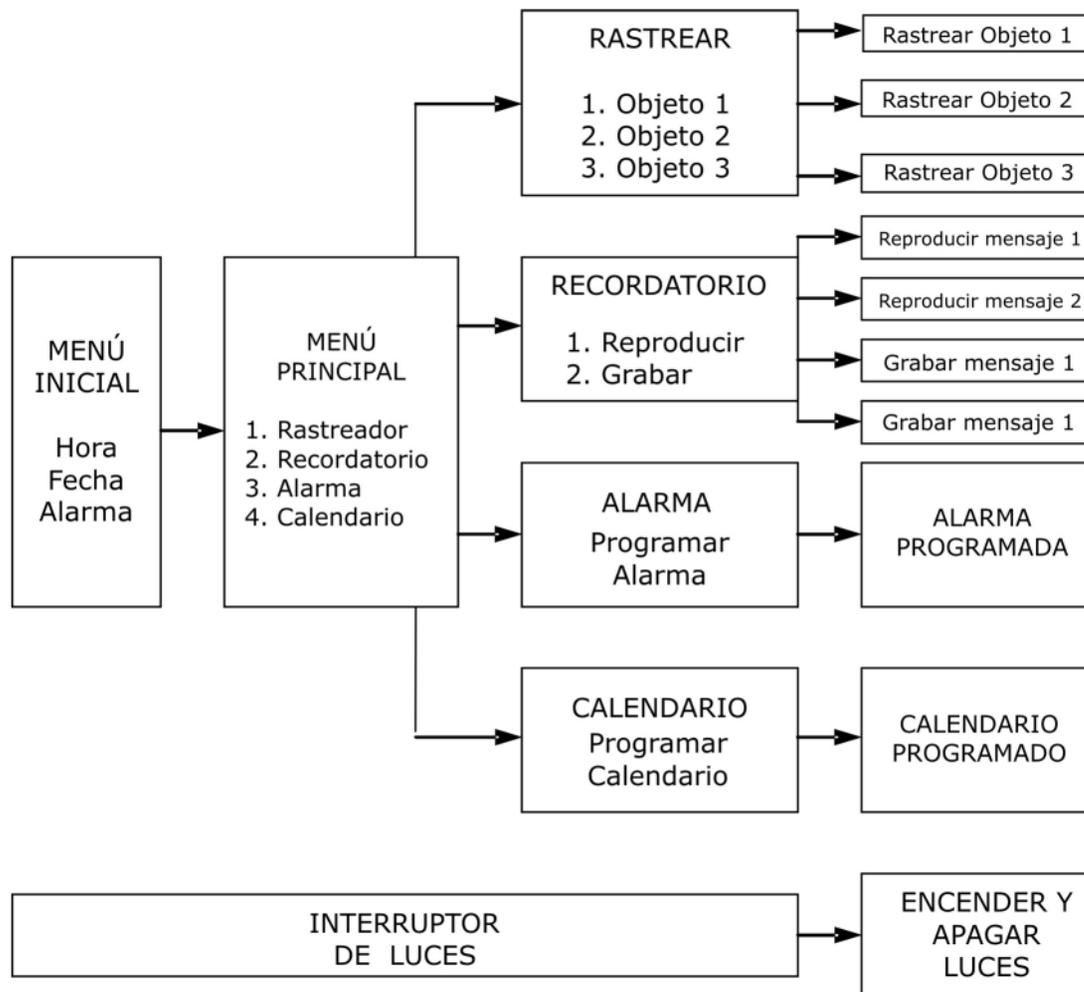
GRÁFICO 5
Diagrama de bloques lógicos



Fuente: Elaboración propia

Luego se hizo un diagrama de bloques lógicos para la interfaz (ver Gráfico 6), lo cual facilitó la programación. Esta se llevó a cabo en el *software PIC-C Compiler 2*[®].

GRÁFICO 6
Diagrama de bloques lógicos para la interfaz

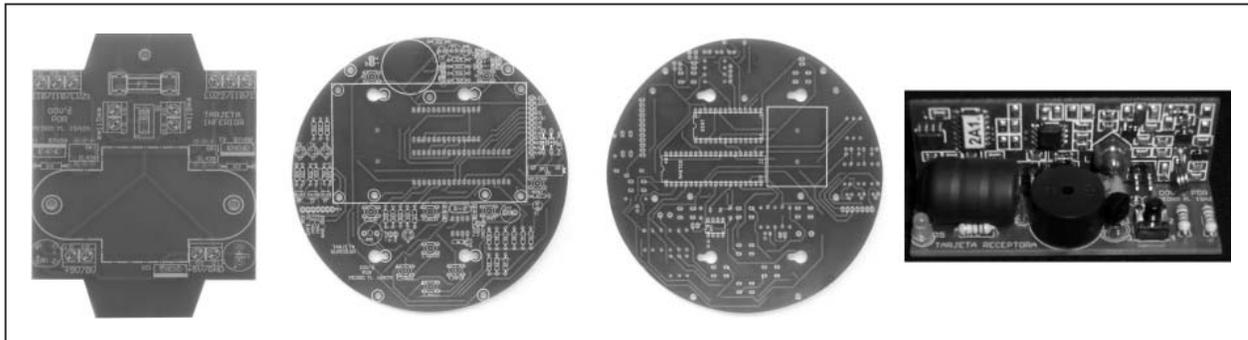


Fuente: Elaboración propia

• Fabricar un prototipo del dispositivo

La fabricación se realizó en dos etapas. Para la carcasa se hizo un vaciado de resina de poliestireno para producir un bloque que fue mecanizado por lado y lado en una máquina *Milltronics V16*. Los circuitos impresos se realizaron por doble cara con “*through hole*” (ver Figura 7). Luego se soldaron los componentes a los circuitos y se llevó a cabo el ensamble para obtener el producto.

FIGURA 7
Circuitos impresos



Fuente: Elaboración propia

5. PRODUCTO

DOVÉ (en italiano “dónde está”) es un interruptor para la casa que proporciona comodidad a sus usuarios, ayudándoles principalmente con su memoria. Sus funciones son: calendario, rastreador de objetos, alarma, recordatorio (*voice-in* mediante mensajes de voz) e interruptor de luz. El rastreador ubica objetos, el recordatorio recuerda citas o recados importantes y el calendario y alarma informan actividades importantes. Este dispositivo proporciona comodidad (integrando funciones y realizándolas de manera rápida y fácil), economiza espacio (integra dispositivos), disminuye costos (varios dispositivos en uno) y ahorra tiempo (para buscar objetos y anotar mensajes).

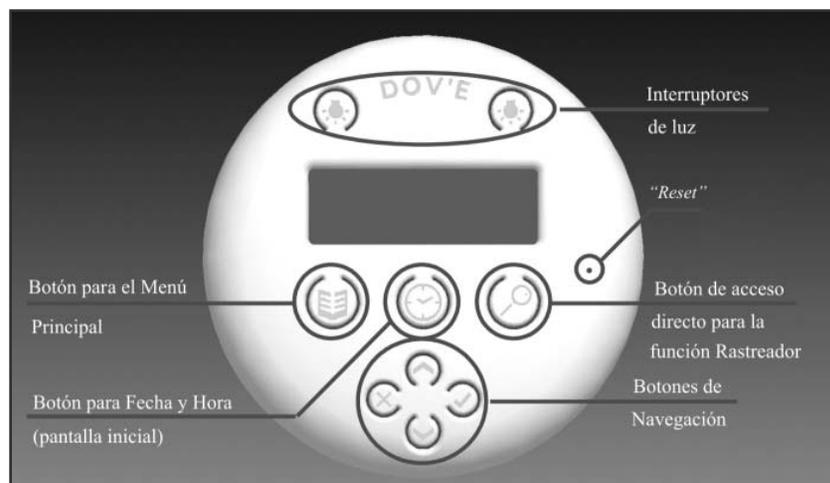
DOVÉ es un dispositivo digital multifuncional (ver Figura 8) dirigido a personas interesadas en productos de alta

tecnología, que gustan disfrutar de un hogar con comodidades y que son olvidadizas y/o tienen una vida muy activa, en la cual programan detalladamente el tiempo para poder realizar sus tareas en el momento más oportuno

Fuente: Elaboración propia

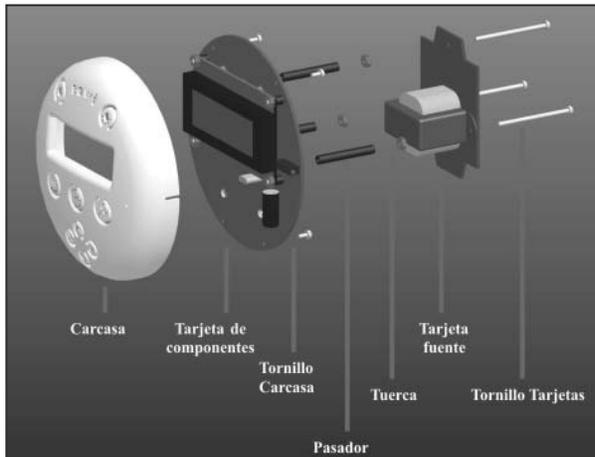
DOVÉ está constituido por dos partes principales: el dispositivo central y los accesorios receptores. El dispositivo central se instala en las paredes de los hogares u oficinas y se conecta a la red eléctrica; lo conforman la carcasa, la tarjeta de componentes, la tarjeta fuente y las piezas de ensamble (ver Figura 9). Los accesorios receptores (ver Figura 10) se aplican a los objetos que se desean rastrear mediante un lazo, velcro®, cinta doble faz o clip y son los que anuncian donde está un objeto, al emitir una luz y un sonido cuando se busca un objeto específico desde el dispositivo central.

FIGURA 8. *DOVÉ*



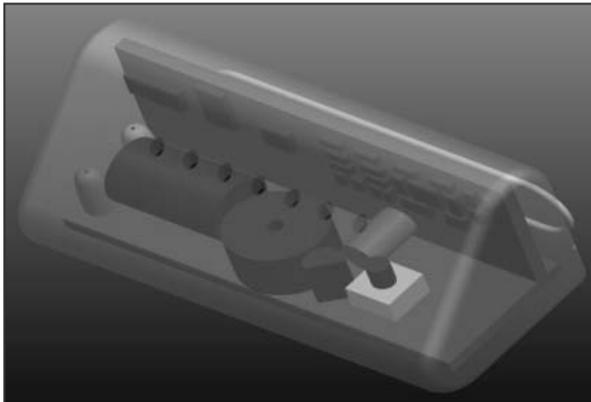
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 9
Explosión



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 10
Accesorio receptor



Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

Las encuestas y entrevistas sitúan al diseñador en el contexto que se está estudiando y le da una visión general de las posibilidades existentes. Además se encuentran en ellas necesidades, deseos, demandas, ideas, observaciones y consejos de los clientes potenciales.

En la etapa de diseño conceptual, la estructura funcional y la matriz morfológica permiten entender el problema, con la posibilidad de evaluarlo puntualmente. De esta manera

es posible elegir los elementos que puedan solucionar el problema general de manera objetiva.

Además de pruebas destructivas, no destructivas y de funcionamiento son de gran utilidad las pruebas virtuales para obtener resultados confiables.

Aunque se escogió la transmisión de señales mediante radiofrecuencia, al estudiar otras tecnologías más a fondo y ensayar su funcionamiento, ésta puede ser reemplazada para satisfacer las mismas necesidades a menor costo.

En nuestro contexto se encuentran compañías con capacidad de trabajar, desarrollar y producir dispositivos especializados como *DOVÉ*. Con ellas se puede mejorar el dispositivo y comercializarlo.

Con la implementación de más tecnología, es posible utilizar componentes especializados, para mejorar el prototipo actual en cuanto a tamaño, diseño, desempeño, precio y prepararlo para su comercialización.

El Ingeniero de Diseño de Producto con sus conocimientos, con la ayuda de herramientas de diseño y con la implementación de tecnología está en capacidad de desarrollar dispositivos electrónicos.

Con pruebas y cambios que aun pueden realizarse, existe la posibilidad de mejorar el dispositivo para producirlo o para vender la idea a compañías que trabajan en el mercado electrónico.

VÍAS DE DESARROLLO

Aunque el dispositivo realiza las diferentes funciones que debe ejecutar, se puede mejorar para ampliar su capacidad, mejorar su programación, agregar funciones y así mejorar el producto.

Los cambios son principalmente de funcionamiento, programación y de tecnología lo cual haría que el producto ofrezca más ventajas. A la vez, se puede mejorar el dispositivo con diferentes componentes más confiables y de menor tamaño lo cual puede reducir costos de producción y mejorar el dispositivo en todos los aspectos.

BIBLIOGRAFÍA

CROSS, Nigel. Métodos de diseño: Estrategias para el diseño de productos. México: Limusa Wiley, 1999.

ROMERO, Mauricio Julián. Hogar, inteligente hogar. Revista ENTER. Septiembre 2002 Vol. 0, No. 50. pp. 44-47p

FERNÁNDEZ-VALDIVIELSO, C.; I.R., Matías y LÓPEZ-AMO, M. "La domótica. Esencia de un edificio inteligente". Revista Mundo Electrónico. Mayo 1999. Vol. 0, No.298. p. 56-60.

VERA T., Alexander; ALARCÓN R., Andrés; POLANCO M., Oscar; NIETO L., Rubén D. y BERNAL N., Andrés. Aplicación de las Comunicaciones inalámbricas a la domótica. Revista Ingeniería y Competitividad. Mayo 2004. Vol.5 No. 2. p. 63-72.

GALEANO, Elías. La casa Inteligente. Revista ACUC Noticias Informáticas. Abril 1996. Vol. 25, No. 163. p. 5-6.

DESARROLLO DE UN MATERIAL COMPUESTO A BASE DE GUASCA DE PLÁTANO DEL URABÁ ANTIOQUEÑO Y SU APLICACIÓN EN UN PRODUCTO DE INNOVACIÓN PARA EL SECTOR MOBILIARIO DOMÉSTICO

AUTORAS

BEATRIZ E. MEJÍA GIRALDO
bmejiagi@eafit.edu.co

ANA PATRICIA OSORIO B.
aosorio3@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

La cantidad de desperdicios en los cultivos de plátano en el Urabá Antioqueño es cada vez mayor, y hasta el momento, es un deshecho en Colombia, porque en el momento del corte del fruto, el cual corresponde al 20% de la mata, su 80% restante genera cerca de 3'213.120 toneladas métricas al año de residuos sólidos vegetales, de esta cifra el 51% pertenece a la guasca, lo que corresponde a 1'667.000 toneladas métricas al año, lo que genera enfermedades que atacan los cultivos. Hasta el momento se han pensado posibles usos para el desperdicio de cada parte de la planta de plátano, gracias a las experiencias con otras musáceas acuminata. Lo que llevo al desarrollo de este proyecto, para analizar y evaluar cual seria el comportamiento de la fibra extraída de la calceta de plátano como reforzante de un material compuesto.

Para el estudio de este composite se realizaron diferentes experimentos, permitiendo desarrollar diferentes sistemas de combinación donde se emplearon tres tipos de resinas termoestables (úrea formaldehído, fenólica y poliéster insaturado), en tres porcentajes diferentes de reforzante y matriz (50%R-50%M, 40%R-60%M y 30%R-70%M), para elaborar probetas aptas y realizar ensayos mecánicos y físicos como: flexión, densidad, hinchamiento, absorción de humedad y propagación de fuego, para así llegar a obtener una caracterización básica del material compuesto a base de guasca de plátano y su posible aplicación en el sector mobiliario doméstico.

Una vez obtenidos los resultados de las pruebas se siguió todo un proceso de desarrollo del producto para aplicar el material elegido y obtenido, y llegar a un sistema multifuncional para reunir personas llamado *Muttata*, debido a que es una mesa multifuncional, fabricada y conceptualizada con la musácea acuminata (mata del plátano), su fabricación en serie se realizará más adelante por el grupo de artesanas "Manos de Urabá" apadrinadas por la fundación Corbanacol.

PALABRAS CLAVES

Material compuesto, fibra/reforzante, resina/matriz

ABSTRACT

The quantity of waste in the banana cultivations in the Urabá Antioqueño is bigger every time, and until the moment, it is a waste in Colombia, because in the moment of the cut of the fruit, which corresponds to 20% of the bush, it's 80% remaining generates near 3'213.120 metric tons per year of vegetable solid residuals, of this figure 51% belongs to the Guasca, what corresponds to 1'667.000 metric tons a year, what generates illnesses that attack the cultivations. Until the moment possible uses have been thought for the waste of each part of the banana plant, thanks to the experiences with other musaseas acuminatta. What I take to the development of this project, to analyze and to evaluate which serious the behavior of the extracted fiber of the banana stocking like stiffener of a compound material.

For the study of this composite were done different experiments, allowing to develop different combination systems where three types of resins termoestables were used (úrea formaldehyde, fenólica and polyester insaturado), in three percentages different from stiffener and womb (50%R-50%M, 40%R-60%M and 30%R-70%M), to elaborate capable test tubes and to carry out mechanical and physical rehearsals as: flexion, density, swelling, absorption of humidity and fire propagation, to this way obtained a basic characterization of the compound material with the help of banana guasca and their possible application in the domestic furniture sector.

Once obtained the results of the tests an entire process of development of the product was continued to apply the elected and obtained material, and to arrive to a multi-functional system to gather called people Muttata, because it is a multi-functional, manufactured table and conceptualized with the musácea acuminatta (it kills of the banana), its production in series will be carried out later on for the group of artisans "Hands of Urabá" been godfather by the foundation Corbanacol.

KEY WORDS

Composite, fibre/reforzante, resina/womb

1. INTRODUCCIÓN

La guasca de plátano, hasta el momento, es un deshecho en Colombia que representa el 51% de la planta, lo que constituye 1'667.000 toneladas métricas al año, una parte es empleada para conservar la humedad de los suelos de los cultivos y otra es dispuesta en rellenos sanitarios o en las mismas plantaciones.

Esta se descompone y puede originar la sigatoka (Bacteria que genera enfermedad en las hojas de la mata, haciendo propenso el daño de la fruta) en las plantaciones de plátano, afectando la producción tanto de los pequeños productores y de las grandes comercializadoras, ya que el daño en la fruta hace que pierda sus especificaciones de calidad internacional, y esto ocasiona la reducción de la producción óptima para exportación y la fruta que no cumpla con estos requerimientos es desechada o vendida a un menor costo.

Con este proyecto, se busca desarrollar un material compuesto a base de guasca de plátano del Urabá Antioqueño y su aplicación en un producto de innovación para el sector mobiliario domestico, como una alternativa de mejorar la diversificación de ingresos en la zona del Urabá antioqueño, lo que convertiría el mobiliario en un producto amigable con el entorno, porque genera un beneficio para el medio ambiente debido a que no destruye un recurso si no que transforma un desecho y se resuelve así la necesidad de disminuir la emisión de residuos y el impacto sobre la tala de árboles que anualmente suma 600 mil hectáreas de bosques que corresponde al 4% mundialmente. Después de Brasil, Colombia es, en América Latina el mayor destructor, esto altera los ecosistemas.

Con la aplicación de este material en un producto mobiliario doméstico, se busca reflejar una identidad colombiana, que resalte las cualidades de una región olvidada por el resto del país, conocida sólo por el cultivo del banano y el plátano, y marcada por la violencia, y así generar un nueva opción para el sector del mueble, garantizando un producto con identidad, calidad, competitividad y profesionalismo.

A nivel social este proyecto busca promover el desarrollo de la población de Urabá antioqueño, no sólo en términos económicos por la generación de una alternativa de trabajo, sino también al desarrollo integral del ser humano, en la

búsqueda de la construcción de identidad, basada en el respeto por el otro, en la convivencia y la democracia, como medios fundamentales para una cultura de la paz.

Este proyecto cuenta con el aval y la cooperación de la fundación social de BANACOL-CORBANACOL, a quienes debemos agradecer el apoyo y acompañamiento durante el proyecto.

2. GENERALIDADES DEL PROYECTO

El producto que se desarrollo en este proyecto de grado, esta ubicado en el sector del mueble por lo tanto se hará una breve reseña del sector:

El sector aportó en el año 2002, el 0.5% de la producción total de la industria manufacturera, la cual contribuyó con el 16% del PIB Colombiano durante el mismo período.

La producción total de la cadena de muebles en el 2001 para Colombia según precio de fábrica, fue de USD 23,596,691. El eslabón de muebles para el hogar, es el que cuenta con la mayor participación en la producción de la cadena con un 20.70%.

Exportaciones Colombianas

Durante el año 2003, la exportaciones en muebles de madera sufrieron un fuerte crecimiento obteniendo un valor FOB de USD 34,127,256.

Es importante saber las exportaciones para visualizar la proyección que producto, ya que esto muestra que tan factible seria abrirse a mercados extranjeros a mediano o largo plazo.

Mercado

Los factores más influyentes en la decisión de compra del consumidor Colombiano son: precio y línea, sin darle mayor importancia al fabricante o comercializador del producto, el mercado se concentra en las principales ciudades del país (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Pereira, Manizales, Cartagena, Bucaramanga), los canales de distribución utilizados son las tiendas especializadas minoristas, almacenes de cadena y ventas directas de fabricante, la promoción la

hacen por medio de revistas y folletos promocionales de los mismos.

Estilos en el diseño de muebles

Fue importante analizar cada estilo que se ofrece a nivel nacional y extranjero con el fin de definir cual seria el estilo de diseño en el que se ubicaría el producto que se desarrollo en este proyecto:

- Contemporáneo: Actualidad
- Modernismo: Moda
- Clásico: Era contemporáneo y hoy es clásico.
- Vanguardismo: Se anticipa a las ideas o tendencias.
- Futurista: Avanzado en el tiempo.
- Minimalismo: Ausencia de detalles
- Higt tech: Tecnología, nuevos materiales, procesos de avanzada.
- Ecléctico: unión de varios estilos.

Materiales compuestos

Existen varias definiciones de lo que es un material compuesto, por ejemplo la citada por Antonio Miravete, j.C. Anderson, Ever J. Barbero y Darío Hernán Mesa Grajales entre otros, de estas definiciones puede concluirse que "Un material compuesto es un material conformado por la unión de dos o varios materiales macro contribuyentes, diferentes en forma y composición química, pero insolubles entre si, que forman un nuevo material con propiedades reforzadas y características especiales." Los materiales compuestos se componen de tres partes:

- La Matriz: Fase aglomerante, mantiene unidas las fibras, distribuye los esfuerzos, es la responsable de la tolerancia al daño por los esfuerzos que se le aplican y el comportamiento a la fatiga, separa las fibras para que las grietas no se propaguen de una a otra y se adhieran a la superficie de la fibra de manera que la carga se pueda transferir a ésta. Estos se clasifican según el tipo de matriz en: Composites de matriz metálica (CMM), composites de matriz cerámica (CMC), composites de matriz polimérica (CMP), estos a su vez se subdividen, pero en este proyecto se empleó como matriz para el material compuesto la matriz polimérica.

- El Reforzante: Estos se dividen según su tamaño en: Particulados, reforzados con fibras y laminares. Son los

indicados para resistir la mayor parte de las cargas, y soportan mayores esfuerzos si están alineadas con la dirección de las fuerzas externas aplicadas. Se consigue mejor comportamiento mecánico usando fibras, se dividen también según su forma, concentración y orientación en: Continuas, discontinuas alineadas, discontinuas con orientación aleatoria, tejidos, trenzados y en materiales no tejidos, mallas o esteras, y según su origen en: Fibras sintéticas y fibras naturales estas divididas en: fibras animales, minerales y vegetales, en esta última se encuentra la fibra del seudotallo del plátano que es el reforzante que se emplea en este proyecto.

- La Interfase: Es la capacidad de unión entre dos componentes que se genera después de la impregnación del refuerzo con la matriz. Los refuerzos deben estar fuertemente unidos a la matriz, de forma que su resistencia y rigidez sean transmitidas al material compuesto. El comportamiento a la fractura también depende de la resistencia de la interfase. Una interfase débil da como resultado un material con baja rigidez y resistencia pero alta resistencia a la fractura mientras una interfase fuerte resulta en un material rígido y resistente pero con una frágil resistencia a la fractura.

Como se mencionó anteriormente el reforzante que se utilizó fue la fibra de plátano: El plátano es una planta de gran actividad celular y alta capacidad de absorción de agua lo que hace que las condiciones climáticas adecuadas para su desarrollo se encuentren en función de cuatro factores: Luz, calor, humedad, nutrimentos. Es una planta característica del trópico húmedo.

En el Urabá antioqueño hay familias dedicadas al monocultivo del plátano, de sus parcelas ubicadas en los sectores de la Comunal San Jorge y Puerto César, las actividades que realizan son las siguientes:

En el 5 mes de crecimiento de la mata, la fruta es embolsada para evitar que se dañe por los insectos o aves. Simultáneamente al paso anterior se encinta con un color diferente para saber en que semana (según el calendario bananero) debe ser cortada la misma. Entre el mes 9 y 11 se realiza el corte de la fruta, y en este momento la planta madre pierde su función y debe ser talada para que el hijo siga creciendo por 8 meses más y vuelva a proveer el racimo.

En el momento del corte del fruto, que corresponde al 20% de la mata, su 80% restante genera cerca de 3'213.120 toneladas métricas al año de residuos sólidos vegetales, de

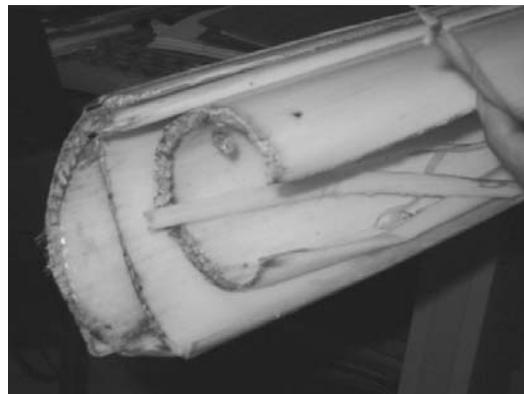
esta cifra el 51% pertenece a la guasca, lo que corresponde a 1'667.000 toneladas métricas al año. Hasta el momento se han pensado posibles usos para el desperdicio de cada parte de la planta de plátano (Ver partes de la planta en la figura 1) gracias a las experiencias con otras musáceas acuminata.

FIGURA 1
Partes de la mata de plátano



El *Seudotallo*, llamado también “tronco o Penca” se une al tallo a nivel del suelo y está formado por las vainas o calcetas de las hojas, superpuestas, imbricadas y compactas. De este tronco se pueden obtener de 13 a 15 calcetas de 1.50 cm. de largo por 10 a 12 cm. de ancho aproximadamente que son utilizadas en procesos artesanales como puede apreciarse en la figura 2.

FIGURA 2
Calceta de plátano



Fuente: Fotografía Banacol.

La fibra puede extraerse de tres formas diferente: manual por medio de un cucharón, mecánica por medio de una máquina desfibradoras parecida a la del fique y por medios químicos-biológicos.

Una vez es obtenida la fibra, se seca (colgada) y se almacena (en un lugar seco y nunca sobre el suelo).

3. DESARROLLO EXPERIMENTAL DEL MATERIAL

Se busco desarrollar un material compuesto a base de gusca de plátano del Urabá Antioqueño, probando, evaluado y analizando diferentes sistemas de combinación entre los porcentajes de reforzante/matriz, con diferentes resinas.

3.1 Elaboración de las probetas

- Matriz: Tres diferentes tipos de resina termoestables: Resina Fenólica (polímero 66 GC), resina úrea formaldehído (polímero 216 FE para madera) y resina poliéster insaturado (Cristalán 809), su cantidad depende del porcentaje que se emplee.

- Reforzante: 20 gr de fibra de plátano (longitud entre 5 -10 mm).

- Variación entre el porcentaje de fibra y resina (30% de fibra con 70% de resina, 40% de fibra con 60% de resina y 50 % de fibra con 50 % de resina).

- Molde: 2 moldes macho y hembra, suministrados por el personal del laboratorio de procesos de manufactura de la Universidad Pontificia Bolivariana, con medidas de: 15 cm. * 5 cm. y profundidad 5 cm.

- Se dejaron constantes las condiciones de prensado (1500 Psi, 40 seg. de pre-prensado, 20 minutos de prensado), la cantidad de fibra (20 gr.) y su longitud (de 5-10mm).

3.1.1 Ensayos realizados

- Análisis visual del las probetas Norma ASTM D-2563
- Ensayos mecánicos:
 - * Flexión. ASTM D-1037

- Ensayos físicos:
 - * Densidad (se realizÓ por dos métodos: Método De Arquímedes y por determinación de volumen).
 - * Hinchamiento. EN 317
 - * Absorción de humedad. EN 317
 - * Propagación de fuego (está se realizó de forma empírica debido a los costos de realizarla en un laboratorio especializado).

El análisis visual de las probetas se realizó con el fin de identificar la frecuencia, cantidad y especie de defectos que se presentaron en cada una de las probetas, analizando su forma, tamaño llegando a ver sus áreas más críticas. Un área crítica es una zona en la cual se encuentran imperfecciones y estas son consideradas perjudiciales para ensayos. Los defectos permitidos son aquellos que se encuentran en áreas no críticas y no afectan la funcionalidad y el servicio del material compuesto. Todas las probetas fueron aptas para realizar los ensayos.

A continuación se muestran las tablas de las propiedades obtenidas después de la realización de los ensayos.

Propiedades mecánicas

TABLA 1
Propiedades mecánicas con matriz Fenólica

Porcentaje Refuerzo/Matriz	FENÓLICA		
	Esfuerzo MPa	Deformación %	Módulo. GPa
50%-50%	39,858 ±5,112	1,660 ±0,135	4,422 ±0,329
40%-60%	45,238 ±6,012	1,688 ±0,186	4,934 ±0,974
30%-70%	43,458 ±7,077	1,296 ±0,125	5,066 ±0,709

TABLA 2
Propiedades mecánicas con matriz Poliéster Insaturado

Porcentaje Refuerzo/Matriz	POLIESTER		
	Esfuerzo MPa	Deformación %	Módulo. GPa
50%-50%	21,348 ±8,746	2,820 ±0,554	1,888 ±0,802
40%-60%	35,484 ±4,134	2,424 ±0,414	2,831 ±0,413
30%-70%	29,474 ±4,554	2,210 ±0,364	2,888 ±0,433

TABLA 3
Propiedades mecánicas con matriz Úrea Formaldehído

Porcentaje Refuerzo/Matriz	UREA		
	Esfuerzo MPa	Deformación %	Módulo. GPa
50%-50%	17,916 ±5,286	2,070 ±0,472	3,553 ±3,122
40%-60%	20,166 ±5,286	1,594 ±0,504	2,745 ±0,816
30%-70%	15,716 ±4,875	2,284 ±0,417	4,147 ±3,520

Propiedades físicas

TABLA 4. Propiedades físicas con matriz poliéster

Porcentaje Refuerzo/Matriz	FENÓLICA					
	Densidad g/cm ³	% Absorción de humedad	% Absorción de agua	% Hinchamiento por humedad. Espesor	% Hinchamiento por inmersión en agua. Espesor	Propagación de fuego
50%-50%	0,034 ±0,008	8,892 ±3,725	38,009 ±4,713	0,850 ±0,485	18,825 ±2,707	Auto-extinguible
40%-60%	0,035 ±0,001	6,970 ±0,302	35,350 ±3,535	3,034 ±1,559	14,591 ±2,757	Auto-extinguible
30%-70%	0,058 ±0,021	6,791 ±0,287	31,107 ±1,268	2,597 ±1,158	9,846 ±1,448	Auto-extinguible

TABLA 5. Propiedades físicas con matriz poliéster

Porcentaje Refuerzo/Matriz	POLIÉSTER					
	Densidad g/cm ³	% Absorción de humedad	% Absorción de agua	% Hinchamiento por humedad. espesor	% Hinchamiento por inmersión en agua. Espesor	Propagación de fuego
50 %-50 %	0,025 ±0,071	4,444 ±0,468	61,1890 ±25,1708	2,992 ±1,411	42,651 ±20,302	No extingible
40 %-60 %	1,013 ±0,061	3,038 ±0,182	13,4991 ±2,3849	1,043 0,837	10,114 ±3,593	No extingible
30 %-70 %	1,104 ±0,049	2,398 ±0,268	6,3083 ±1,0160	0,772 ±0,666	5,142 ±1,093	No extingible

TABLA 6. Propiedades físicas con matriz Úrea Formaldehído

Porcentaje Refuerzo/Matriz	UREA					
	Densidad g/cm ³	% Absorción de humedad	% Absorción de agua	% Hinchamiento por humedad. espesor	% Hinchamiento por inmersión en agua. Espesor	Propagación de fuego
50 %-50 %	0,861 ±0,041	12,022 0,929	51,836 2,830	5,2869 2,5362	12,5034 6,6077	Auto-extinguible
40 %-60 %	0,823 ±0,112	11,807 1,392	53,083 5,846	2,8820 2,2299	10,1865 0,4318	Auto-extinguible
30 %-70 %	0,866 ±0,074	12,763 0,900	41,593 13,500	4,6790 2,5410	11,0022 4,3037	Auto-extinguible

3.2 Elaboración del material en la empresa Colfibras

Durante la ejecución de la presente investigación se realizó una búsqueda de posibles empresas que pudieran desarrollar el material en dimensiones más industriales, fue entonces cuando se contacto a la empresa Colfibras, allí bajo la amable asesoría del gerente general, Argemiro Betancur se logró elaborar una exitosa muestra del material en resina fenólica en el porcentaje 40%R- 60%M.

De dicha muestra se extrajeron probetas para caracterizar sus propiedades igual que las realizadas en laboratorio de Bolivariana.

En la elaboración de estas probetas se emplearon unas variables diferentes por la prensa utilizada.

- Dimensiones de la prensa: 120*90 cm.
- Presión: 1000 Psi.
- Temperatura: 130°C.
- Tiempo de pre-prensado: 40 seg.
- Tiempo de curado: 40 min.
- Dimensiones del marco: 30cm*30cm., siendo este en forma de marco en material de acero 1020.

Los resultados obtenidos en los ensayos fueron los siguientes:

Propiedades mecánicas

TABLA 7
Propiedades físicas con matriz Fenólica

Porcentaje de fibra/resina	Esfuerzo MPa	Deformación %	Módulo. GPa
40%-60%	17,182 ±2,241	1,368 ±0,239	2,026734 ±0,191125

Propiedades físicas

TABLA 8
Densidad por método de Arquímedes con matriz Fenólica

DENSIDAD		
Porcentaje Refuerzo/Matriz	Fenol Formaldehído PF (Colfibras)	Unidad
40%R-60%M	0,116 ±0,060	gr/cm ³

- Absorción por humedad

Se obtuvo que las probetas asumen el 6,147% de capacidad de absorber humedad del ambiente.

- Absorción por captación de agua

Se obtuvo que las probetas poseen el 72,917% de capacidad de absorber humedad del ambiente en condiciones extremas.

- Hinchamiento por humedad del ambiente

PF Colfibras.			
En dimensiones			
	Largo	Ancho	Espesor
40% - 60%	0,357% ±0,293	0,202% ±0,144	2,211% ±0,179

- Hinchamiento por captación de agua

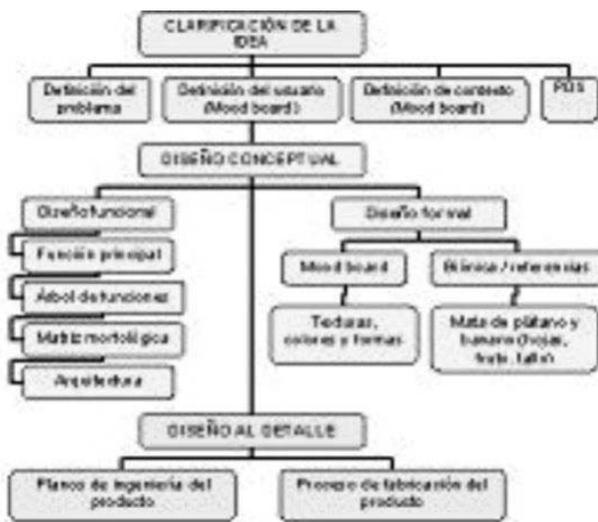
PF Colfibras			
En Dimensiones			
	Largo	Ancho	Espesor
40% - 60%	0,6778% ±0,4151	0,6079% ±0,6744	6,0432% ±1,9740

4. EL DISEÑO DEL PRODUCTO

Se desarrollo un producto funcional, decorativo y que ahorrara espacio para que de esta forma se acomodara a las diferentes necesidades del usuario final, a continuación se mostrará paso a paso el desarrollo del producto, haciendo uso de los métodos sugeridos por Nigel Cross, Mike Baxter y Bruno Murani, los tres proponen una secuencia similar en un orden lógico, tratando siempre de abarcar lo macro para llegar a lo micro, resolviendo el problema y llegando a la mejor solución.

Se comenzó entonces analizando los diferentes espacios que componen la casa, el mobiliario doméstico que los equipa y necesidades de los usuarios, determinando así desarrollar un sistema polifuncional para sostener objetos livianos y reunir personas, la metodología que se siguió se muestra en la figura 3.

FIGURA 3
Metodología



El proceso de diseño se divide principalmente en tres partes que son, la clarificación de la idea, el diseño conceptual dividido en el diseño funcional y formal, donde estos dos se trabajan en paralelo así llegando a la solución final y siguiendo al diseño al detalle.

Clarificación de la idea

4.1.1 Definición del problema

Realizando un estudio de campo en varios hogares del área metropolitana se observaron las necesidades de las personas de hoy en día, donde los espacios son cada vez más reducidos, y las familias menos numerosas, se encontró y analizó la necesidad de productos que ahorren espacio, y que con un solo producto se suplían varias necesidades en ámbito social, familiar e individual. Que permita ser desarrollado en un material compuesto a base de gusca de plátano.

Un producto que refleje una identidad colombiana, con un estilo moderno.

4.1.2 Definición del Usuario

El producto estará dirigido a un usuario neotradicional que mezcla también el estilo Contemporáneo, que trabajan, salen de compras, son ciudadanos pero les gusta la naturaleza, son flexibles, valoran lo hecho a mano, les gusta la rumba, las

reuniones familiares y los amigos, ir a cine, ver películas, les gustan los juegos de mesa, las comidas fáciles y rápidas, informales y de fácil preparación, vive en espacios livianos, luminosos y calidos, le gustan los espacios con colores monocromáticos, brillos y espontaneidad.

4.1.3 Definición del Contexto

Apartamentos pequeños (70-85 mts² promedio de área de los apartamentos en Medellín, que cada vez se han ido reduciendo más como se mencionó anteriormente).

Se partió entonces de un análisis del usuario, del contexto y de los diferentes espacios que componen la casa y el mobiliario que se encuentra en cada uno de ellos, sus características particulares o las que el mismo usuario les da, las tendencias, materiales y partes que los conforman, gracias a esto se tomó la decisión de que producto se iba a desarrollar y que cumpliera con las nuevas necesidades de los usuarios.

Una vez definido el producto, Se realizó un PDS, con el fin de expresar las demandas y los deseos de los usuarios en términos de requerimientos técnicos de ingeniería, para que estos nos permitieran más adelante desarrollar alternativas de diseño en la etapa de conceptualización

Se identificó la función principal del producto: Sostener y las funciones secundarias para cumplir la función principal: Contener (Botellas, fichas y copas), transportar (todo el producto, parte del producto), guardar (plegar), integrar (modular, desmontar y montar parte), resistir (rayones, calor, cargas, humedad), equilibrar (todo el producto, equilibrar parte transportada del producto), teniendo esto se realizó la matriz morfológica con el fin de generar una serie de posibles formas de realizar las diferentes funciones del producto, y así generar una serie de combinaciones para generar varias alternativas, de las cuales se escogió una gracias a la evaluación de alternativas, esta se realizó definiendo los parámetros más relevantes del PDS.

Una vez seleccionada la alternativa se pasa al diseño formal tomando diferentes formas (del plátano y de su mata, de la fibra y la calceta) y texturas (orgánicas), para encontrar un referente tangible para la materialización del producto, llegando a *Muttata*, debido a que es una mesa multifuncional, fabricada y conceptualizada con la musácea acuminata (mata

del plátano) y su fabricación en serie se realizará más adelante por el grupo de artesanas “Manos de Urabá” apadrinadas por la fundación Corbanacol.

La estructura de *Muttata* hace alusión al movimiento de las hojas de la planta del plátano con el viento, sus alas laterales están inspiradas en la acción de despojar el fruto de su cáscara, los planos seriados utilizados para contener las botellas, hacen referencia a la acción de cortar el plátano en rodajas y la agarradera para trasladar el producto, toma el concepto lunar de la forma del plátano. Todo esto puede apreciarse en la siguiente figura:

FIGURA 4
Fotos del producto



En la siguiente figura pueden apreciarse las partes principales del producto

FIGURA 5
Partes de *Muttata*



Fuente: Elaboración propia

Consta de tres partes principales, la parte 1 tiene dos tableros intercambiables, ambos tienen doble cara, una con un juego de ajedrez y por su revés una superficie lisa para servir, y el otro un parqueés y por su revés un paño para las cartas, tiene varios compartimentos interiores para guardar las fichas y el tablero que no está en uso. La parte 2 es un cajón en el que se guardan dos mesas auxiliares y la parte 3 sirve para guardar las botellas, vasos y copas.

5. CONCLUSIONES

- El éxito de una buena impregnación radica en la baja viscosidad de la resina en el momento de la humectación de las fibras y en la temperatura a la que se encuentra el molde.
- El proceso efectuado para la elaboración de las probetas no corresponde a un procedimiento masivo con un alto grado de control del proceso.
- El lote que mejor resistencia a la flexión presentó fue el hecho con fenólica en el rango de los porcentajes de 40%R-60%M con un valor de 45,238 MPa. y el de 30%R-70%M con un valor de 43,458 MPa.
- El módulo de elasticidad del material que tiene mayor valor es el hecho con fenólica en la proporción de 30%R-70%M con un valor de 5,066 GPa, lo que lo hace un material rígido y no se deforma fácilmente en comparación a los hechos con las otras resinas, ya que la diferencia en sus respectivos módulos es muy notoria.
- El contenido de resina es un factor importante en la fabricación de tableros aglomerados ya que se favorecen sus propiedades, pero a su vez aumenta el costo del material y en términos económicos no sería viable.

- Para las probetas de úrea analizadas se obtuvieron valores en un rango de 20,166 MPa y 15,716 MPa) de resistencia, que comparadas a los valores de la resistencia dadas a flexión del FORMATABLEX® marca registrada por PIZANO S.A (200 Kg/cm² =19,61 MPa) y El AGLOMERADO ANDES® marca registrada por PIZANO S.A (145Kg/cm² =14,22 MPa) son mayores, sin desconocer que ellos emplean una menor cantidad de resina.
- La densidad que arrojaron las pruebas en todos los aglomerados, permite decir que el material esta clasificado en el tipo de tablero duro por ser mayor a 0.8 gr/cm³, para las densidades halladas con ambos métodos.
- El material elaborado con úrea es el que posee mayor capacidad de absorber humedad del ambiente y más en la proporción de 30%R-70%M, seguida por las fenólica y por último las de poliéster.
- Al aumentar la densidad del tablero disminuye la capacidad de absorber agua después de 24 hrs de inmersión, esto debido a la gran compactación de las fibras impidiendo el paso del agua.
- El material que tiene más capacidad de absorber agua es el hecho con poliéster en la proporción de 50%R -50%M pudiendo absorber hasta un 61,169% de agua, esto se da como consecuencia a la falta de impregnación de la resina en todo el volumen de las probetas.
- Donde se hizo más notoria la modificación de las medidas fue en el espesor, ya que el material tiende más a expandirse del centro a las superficies.
- La capacidad que tienen los materiales para modificar sus medidas con la humedad del ambiente depende del tipo de resina empleada y la cantidad utilizada.
- En la propagación de fuego se concluye que los aglomerados con resina fenólica y úrea son auto-extinguibles y las de poliéster son propagadoras de fuego.
- Con los resultados obtenidos se puede concluir que es factible producir tableros de fibra utilizando como materia prima la fibra extraída del seudotallo de la mata de plátano, los tableros con mejores características se obtuvieron utilizando la resina fenólica en el rango de contenido de resina entre el 60% y el 70%.
- Después de la etapa de diseño, fue importante contar con un modelo funcional, para que a la hora de fabricar el producto en serie se tenga la certeza de que es un buen diseño y esta elaborado correctamente.
- No existe una única metodología para el diseño y desarrollo de un producto, esta es seleccionada dependiendo del tipo de producto a desarrollar y de la aptitud y conocimiento del metodo por parte de la persona que lo desea emplear.
- Para el desarrollo del producto de este proyecto se utilizó una combinación de las metodologías sugeridas por Nigel Cross, Mike Baxter y Bruno Murani, porque proponen una secuencia similar en un orden lógico, abarcando lo macro para llegar a lo micro, y de esta manera se hizo más fácil el proceso de diseño.
- *Muttata* podría catalogarse como un eco-producto, aunque el material en el que esta fabricado no es reciclable, se esta aprovechando un desecho (40.000 hectáreas con 1.200 matas por hectárea) y se esta alargando el ciclo de vida del mismo, disminuyendo la emisión de residuos en la zona del Úraba y el impacto sobre la tala de árboles que anualmente suma 600 mil hectáreas de bosques que corresponde al 4% mundialmente.

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, J.C. y LEAVER, K.D. Ciencia de los materiales. México, 2ª ed. Limusa Noriega, 1998. Pág. 702.
- BARBERO, Ever J. Introduction to composite materials design. USA, Taylor & Francis, 1999. Pág. 336.
- BARRETO, Maria Jose. Team Fierro: en búsqueda de la identidad latina. Proyecto diseño. (.):13-15. 2004.
- BETANCOURT P., Santiago. Desarrollo de laminados epòxicos reforzados con fibra de vidrio mediante la técnica de compresión en caliente. Facultad de ingeniería mecánica. Medellín. Universidad Pontificia Bolivariana. 2003.
- COLORADO C.; Alexandra. ¿it furniture made in Colombia! ¿muebles con identidad Colombiana?. M&M, El mueble y la madera. (42):53-59. 12/2003.

CONTRERAS M, Wilver. Utilización de la planta musácea plátano (musa, grupo aab, cv "hartón") en la fabricación de tableros de partículas de plátano y cemento. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

CONTRERAS M, Wilver. Posibles incidencias de una agroindustria de insumos constructivos a partir de residuos de plátano. Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.

CROSS, Nigel. Métodos de diseño. México, Limusa Noriega. 1999. Pág. 190.

ICONTEC. Maderas. determinación del contenido de humedad para ensayos físicos y mecánicos. Contiene aparatos, preparación de las probetas, procedimiento, cálculo y expresión de resultados e informe del ensayo. (NTC 206),

ICONTEC. Madera. tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales. Establece las características que deben cumplir los tableros de partículas aglomeradas de madera u otro material lignocelulosico lijados sin recubrimiento para aplicaciones interiores no estructurales. (NTC 2261),

ICONTEC Maderas. Tableros de fibra. Determinación del acabado superficial (rugosidad). Contiene aparatos, muestreo y probetas, procedimiento, expresión de resultados, reporte de ensayos. (NTC 2942).

ICONTEC. Requisitos de las probetas pequeñas para los ensayos físicos y mecánicos de la madera. Establece tipo de madera, inclinación de las fibras, características geométricas y de peso. (NTC 301).

ICONTEC. Muebles para el hogar, mesas. Establece, define, clasificación y designación. Condiciones generales, requisitos, forma de muestras y criterios de aceptación o rechazo. Ensayos, embalaje y rotulado. (NTC 1987)

ICONTEC Armarios y muebles similares. Métodos de ensayo para determinar estabilidad. Describe método de ensayos para determinar la estabilidad de armarios apoyados verticalmente incluyendo armarios para vajilla, vitrinas y bibliotecas totalmente montadas y listas para su uso. (NTC 4956).

JIMÉNEZ, Catalina, GIRALDO, Isabel Cristina. La fibra de banano como refuerzo de materiales compuestos. Ingeniería textil. Medellín. Universidad Pontificia Bolivariana. 2002. Pág. 206.

KARL T, Ulrich, STEVEN D, Eppinger. Diseño y desarrollo de productos. México D.C., 3ª ed. Mc Graw Hill. 2004. Pág. 366.

MESA GRAJALES, Hernán Darío. Introducción al estudio de materiales no metálicos, polímeros, cerámicos y compuestos. Universidad tecnológica de Pereira. 2003. Pág. 253.

NORMA EUROPEA. Tableros de partículas y tableros de fibras. Determinación de la hinchazón en espesor después de inmersión en agua. (EN 317).

NORMA ASTM. Método para evaluar propiedades en tableros de partículas de madera. (ASTM D 1037-99).

PANERO, Julius y ZELNIK, Martín. Dimensiones humanas en espacios interiores: estándares antropométricos.

VAN DAM, Jan E.G. y BOS, Harriette. Efectos ambientales de las fibras naturales en aplicaciones industriales. Consulta sobre fibras naturales. Roma, 15-16 diciembre de 2004. www.fao.org

El sector y el mercado del mueble en Colombia. Proexport Colombia. www.proexport.com.co. (marzo 26).

Tipos de tableros aglomerados. Empresa BRICO TODO. www.bricotodo.com/tipostableros.htm. (9 de mayo).

El sector del mueble en Colombia. (en línea). www.colombiacompite.gov.co

DESARROLLO DE UN SEMI- REMOLQUE PARA UNA MOTOCICLETA QUE MEJORE EL TRANSPORTE DE PERIÓDICOS DE LA EMPRESA EL COLOMBIANO

AUTOR

NATALIA MESA HINESTROZA
nmesa@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

En este proyecto, se desarrolla un problema de diseño aplicando la metodología del departamento de Ingeniería de Diseño de la Universidad Eafit. Comienza por la necesidad que surge en una empresa local, el periódico El Colombiano, de desarrollar un producto que solucione una problemática concreta, la de la distribución de periódicos.

Inicialmente se realiza el análisis del problema, para desarrollar especificaciones de diseño concretas. Posteriormente se realiza un proceso de diseño metódico, del cual resultan unas propuestas de diseño, que son evaluadas, para elegir una entre ellas y desarrollar el diseño del producto.

A partir de este proceso de diseño, nace un semi-remolque, que sirve para apoyar la labor de distribución de periódicos, que se hace en las motocicletas. Este producto, se conecta a las motos para ser arrastrado por estas y llevar los periódicos, mejorando así, las condiciones de seguridad de la moto.

PALABRAS CLAVE

Remolque, semi-remolque, proceso de diseño, producto, periódicos, repartidor.

ABSTRACT

In this project a design problem is developed applying the methodology of the Design Engineering Department of the Universidad Eafit. It begins with the need of a local company, "El Colombiano" newspaper, and their request to develop a product to solve the problem of newspaper distribution.

First, an analysis of the problem is undertaken in order to develop the design specifications. Then, a methodical design process is carried out; several design alternatives are created and assessed, from which, one is chosen for the design of the product.

From this design process a semi trailer that helps in the distribution of newspapers is developed. This product is attached and pulled by the motorcycle to carry the newspapers and avoid in this way the risks of carrying the newspapers on the motorcycle.

KEY WORDS

Trailer, semi-trailer, design process, product, newspaper, dealer.

INTRODUCCIÓN

La Ingeniería de Diseño de Producto busca el desarrollo de productos, partiendo de la detección de un problema o necesidad y siguiendo con el desarrollo de soluciones, teniendo en cuenta diferentes aspectos del producto, el usuario, el contexto, la industria y el mercado.

Para el desarrollo de este proyecto, se ha detectado una problemática concreta en la repartición de periódicos, que hace que los repartidores no tengan seguridad suficiente en la labor que realizan diariamente. En conjunto con “El Colombiano”, empresa local dedicada a la elaboración y comercialización de periódicos, se decide desarrollar un semi-remolque que permita mejorar las condiciones de distribución de los periódicos, cuando ésta se realiza por medio de una motocicleta, buscando mejorar el escenario de trabajo de los involucrados en esta labor.

En el presente artículo, se encuentra una síntesis del proceso de diseño y desarrollo del producto, partiendo del análisis de la necesidad inicial, hasta llegar al desarrollo de un prototipo que

pueda solucionar satisfactoriamente el problema planteado.

El trabajo se realizó abarcando 8 etapas, investigación, definición de especificaciones, diseño conceptual, formalización, diseño de detalle, desarrollo del modelo, pruebas y mejora del prototipo.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El periódico El Colombiano, empresa local productora y comercializadora de diarios, posee repartidores de periódicos que entregan los diarios a los suscriptores todos los días en las horas de la madrugada transportándose en una motocicleta. Los repartidores de periódicos no poseen suficiente espacio para transportar grandes cantidades de periódicos en sus motos. De igual manera se ve comprometida su seguridad ya que la cantidad de periódicos y la manera en que se ubican en las motos puede comprometer el control en la conducción.

En la figura 1 puede verse un ejemplo de la forma en que se ubican los periódicos en las motos en el momento en que se plantea el problema.

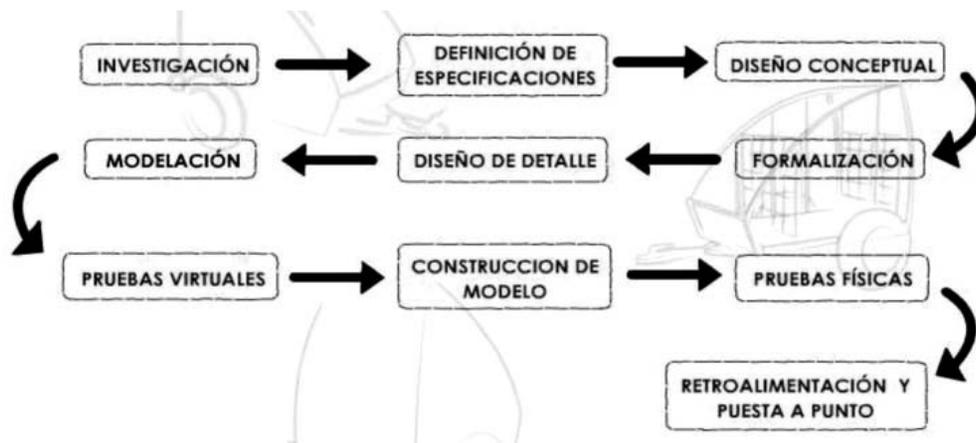
FIGURA 1
Repartidores del periódico El Colombiano



En este proyecto se busca desarrollar un producto que permita almacenar los periódicos mientras el repartidor los transporta a sus puntos de distribución o al cliente final, para facilitar su labor, mejorar su seguridad y disminuir el tiempo de repartición. Este producto a desarrollar será un semi-remolque que se conecte a la motocicleta en la parte posterior y que almacene la cantidad de periódicos necesaria para cada repartidor.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizará la metodología que se observa en la siguiente figura.

FIGURA 2
Metodología



2. PROCESO DE DESARROLLO DEL PRODUCTO

2.1 Investigación

La investigación está dividida en tres componentes: el producto, el usuario y el contexto.

Para el análisis del producto, se realiza un estudio de los remolques y/o semi-remolques. De acuerdo con la literatura consultada y la exploración del medio, los remolques o semi-remolques para motocicletas están divididos en dos grupos según su uso: recreativos o utilitarios.

Los remolques o semi-remolques recreativos siguen la línea estética de la motocicleta a la cual se conecta y se encuentran en su mayoría en países desarrollados.

Los remolques utilitarios varían según su función. Son elaborados con características particulares según el uso. En Colombia existen algunas empresas que los fabrican como Fivisa, Publifibra y Coltrailer.

En la figura 3 pueden verse fotografías de remolques que fueron encontrados durante la investigación en la ciudad de Medellín.

En cuanto al usuario del producto, se encuentran dos tipos de usuarios: El repartidor de periódicos, que es quien está en contacto directo con el producto y la empresa “El Colombiano”,

que es el cliente que adquirirá el producto. Por medio del Jefe de Circulación de esta empresa, se manifiestan las necesidades y deseos que estos usuarios desean tener en cuenta para el desarrollo del producto.

Para analizar el contexto, se tienen en cuenta los aspectos que influirán en el diseño del producto, referentes al lugar donde este es usado. El uso del producto, se realizará inicialmente en el área metropolitana de la ciudad de Medellín. La repartición de periódicos se realiza en las horas de la madrugada, por lo tanto, el producto debe enfrentarse a condiciones climáticas de humedad, semi-oscuridad y lluvias. También debe tenerse en cuenta la reglamentación determinada para este tipo de vehículos.

2.2 Definición de especificaciones

Las especificaciones de diseño del producto, se plasman en un documento llamado PDS (Product Design Specifications), que se realiza al inicio del proceso de diseño y contiene las especificaciones de diseño de producto necesarias para clarificar y orientar el proceso de diseño por un mejor camino. Este analiza varios aspectos del producto y define unos requerimientos que se dan a partir de las demandas y deseos encontrados en el cliente y según el diseñador. Este análisis se realiza para varios aspectos, tales como: desempeño, apariencia estética, peso, tamaño, costo, documentación, partes estándar, empaque, ergonomía, pruebas, seguridad, vida útil.

FIGURA 3
Semi-remoques utilitarios

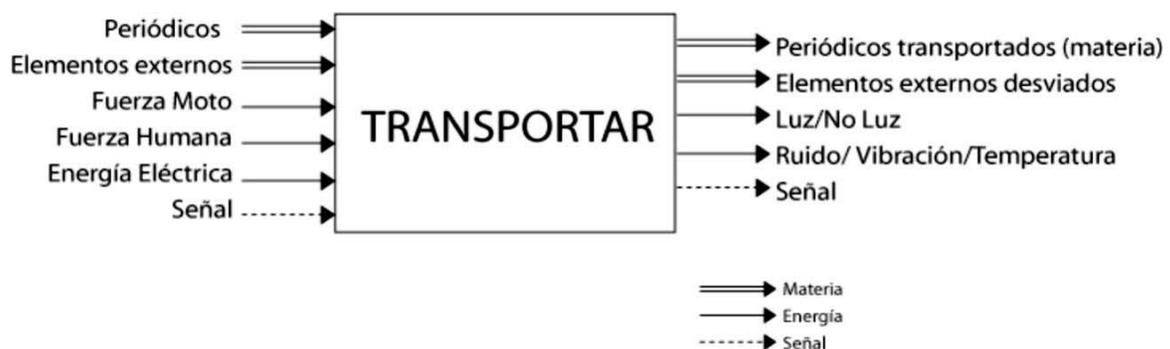


2.3 Diseño conceptual

Esta fase del proceso de diseño, toma el planteamiento del problema y genera soluciones amplias, en forma de esquemas. Consiste en establecer estructuras funcionales, buscar principios de solución apropiados y combinarlos en variantes de conceptos (Cross, 1999). En este proceso se realizan diferentes diagramas como son Caja Negra, Diagrama funcional, Diagrama de portadores de funciones, Diagrama morfológico y por último, Generación y Análisis de alternativas de diseño.

En la figura 4 se encuentra representada la caja negra para el producto.

FIGURA 4
Caja negra

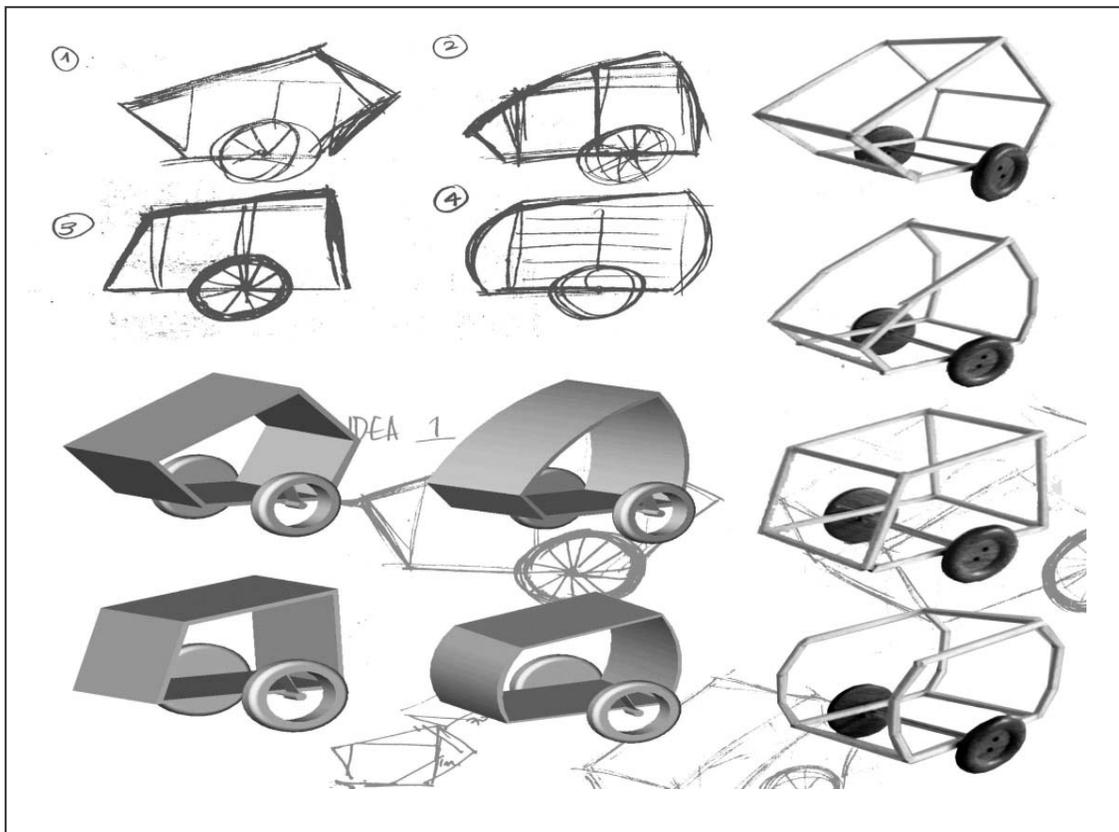


Como resultado de esta etapa, se generan unas alternativas de diseño, entre las cuales se elige la opción más adecuada, teniendo en cuenta criterios establecidos por el cliente y el diseñador. En este caso los criterios de evaluación utilizados son: bajo costo, bajo peso, seguridad al conductor y protección de los periódicos.

2.5 Formalización y diseño de detalle del producto

En esta etapa se efectúa el diseño formal del semi-remolque. Se realizan unas propuestas formales, entre las cuales se elige una por parte del cliente. En la siguiente figura pueden observarse las propuestas formales realizadas.

FIGURA 5
Propuestas formales



Posteriormente se desarrolla a detalle la propuesta elegida la cual se define con la participación del cliente y el análisis de otros aspectos como partes estándar, aspectos de ingeniería y cálculos. En la figura 6 puede verse la propuesta de diseño inicial, la cual se ajusta en el resto del proceso. Así mismo, en la figura 7 se encuentran algunas gráficas realizadas para calcular la estabilidad del sistema y la velocidad máxima que este puede soportar en pendientes.

FIGURA 6
Propuesta inicial desarrollada

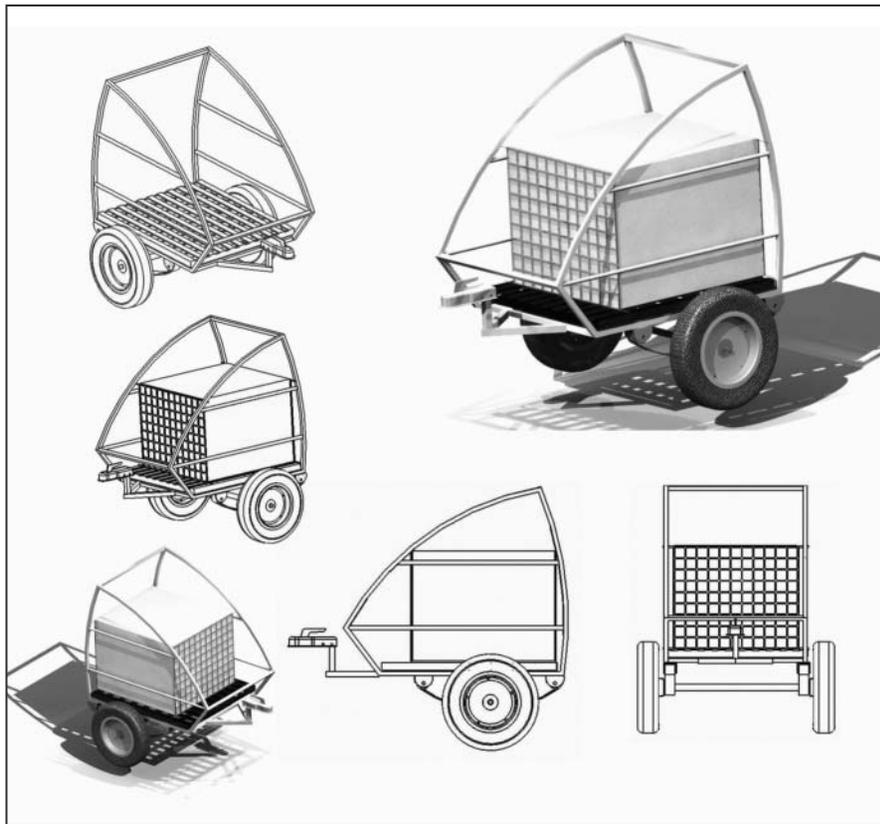
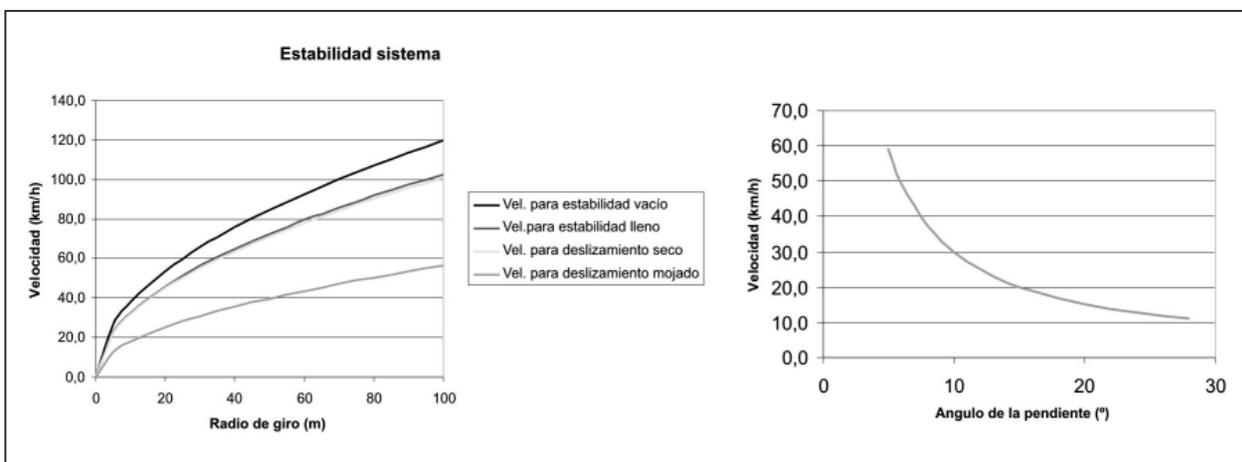


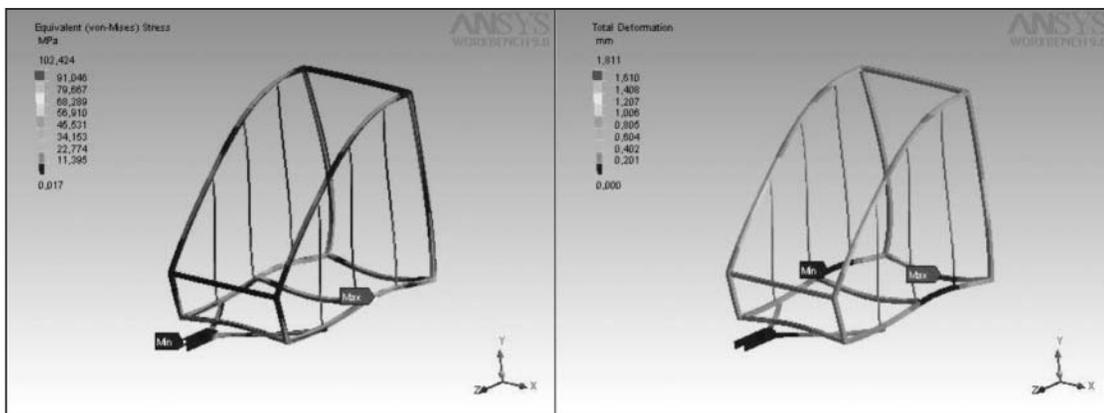
FIGURA 7
Cálculos



2.5 Pruebas virtuales

Estas pruebas se realizan para revisar que el sistema resista las cargas establecidas. Se prueba la estructura en un programa que analiza elementos finitos llamado Ansys® - WorkBench®. Este programa es usado en conjunto con el sólido elaborado en un programa CAD (Computer Aided Design), para simular el comportamiento de cuerpos mecánicos bajo condiciones térmicas o de carga. Durante la prueba se realiza un análisis de cargas estáticas en la estructura modelada en Solidworks® en la cual se ubican las cargas que recibe la estructura, con un factor de seguridad. En la siguiente figura puede verse una imagen del resultado de la simulación.

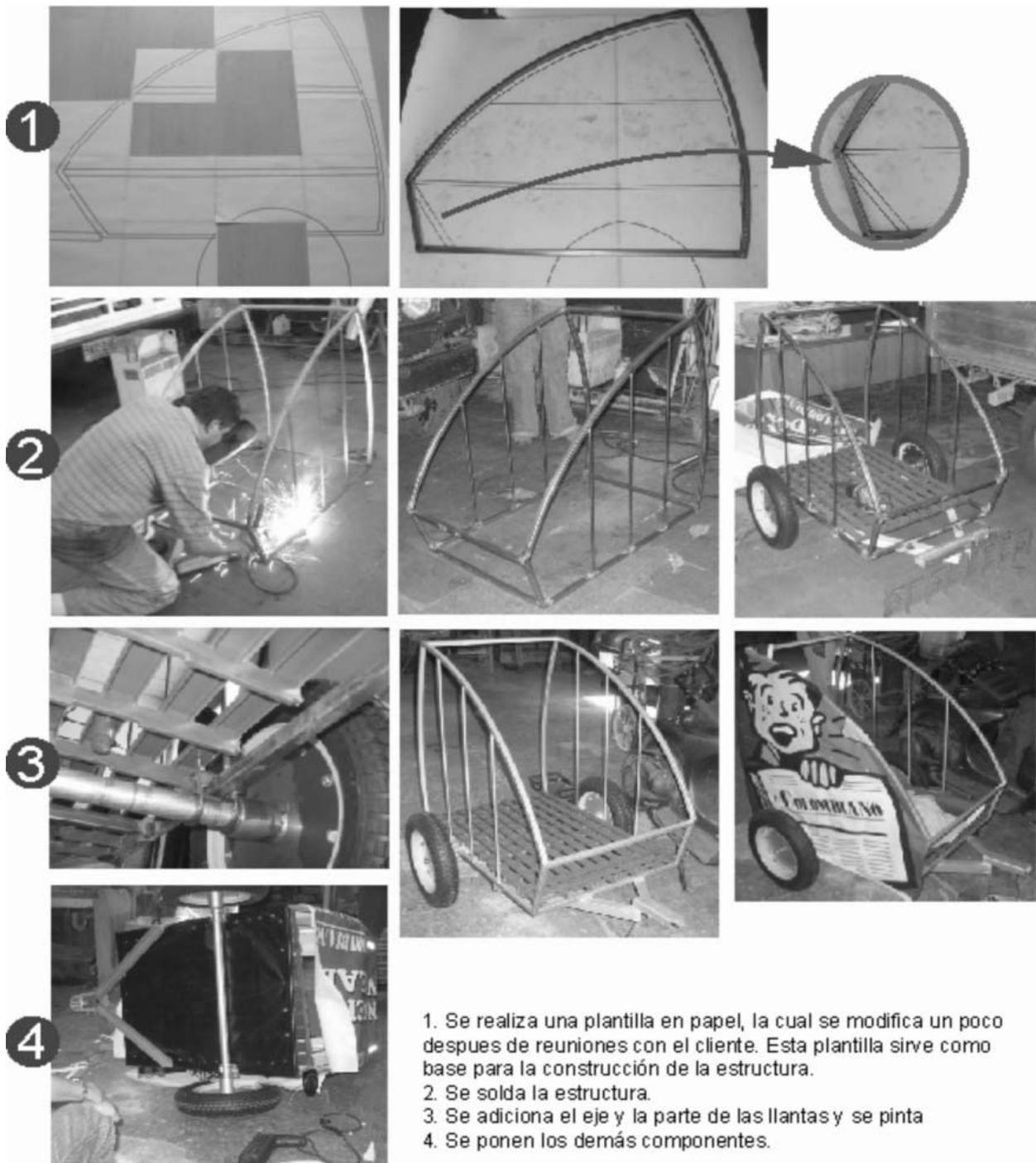
FIGURA 8
Pruebas virtuales



Como resultado, se determina que la estructura resiste las cargas establecidas.

2.6 Construcción del modelo

Posterior a las pruebas virtuales, se lleva a cabo la construcción de un modelo, lo más cercano posible a la realidad, que sea apto para la realización de pruebas físicas. En la siguiente figura se encuentra ilustrado este proceso de construcción.



2.7 Pruebas Físicas

Estas pruebas consisten en someter al modelo a condiciones reales de uso para observar el comportamiento de este y verificar que se cumplan las especificaciones de diseño esperadas. Durante la prueba se realiza una observación de los siguientes aspectos: Funcionamiento del producto, Comportamiento del usuario, Dinámica (vibración, movimiento) y Resistencia a cargas máximas. En la siguiente figura puede observarse una fotografía de estas pruebas.

FIGURA 10
Pruebas físicas



2.8 Retroalimentación

A partir de los resultados obtenidos en las pruebas físicas, se sugieren algunas correcciones o modificaciones a realizar en el modelo, para mejorar su funcionamiento. En la figura 11 se observa el prototipo final, con las correcciones realizadas.

FIGURA 11
Prototipo semiremolque



3. EL PRODUCTO

3.1 Descripción

El producto desarrollado es un semi-remolque para transportar periódicos, para ser halado por una motocicleta. Está diseñado para la empresa El Colombiano. Está compuesto por una estructura en acero y cubierto por una carpa en lona. Este posee una capacidad máxima de cargar 4 pilas de periódicos de 60 cm de altura, con un peso aproximado de 160 kg. (200 periódicos por pila, para un total de 800 periódicos). En la parte delantera posee un espacio para transportar otro tipo de material de la empresa, que acompaña la distribución de periódicos, tal como Cds, insertos y libros.

El semi-remolque esta dotado con unas ruedas de motocicleta 350 x 10 (de moto Plus) y esta cubierto por una lona que tiene la función de proteger los productos de agentes externos como lluvias, viento o polvo y que también será la encargada de brindar una identidad al producto y portar publicidad corporativa de la empresa El Colombiano. En la figura 10 puede verse una fotografía del prototipo realizado cubierto con la lona, la cual contiene material de la empresa El Colombiano.

FIGURA 12
Prototipo con lona



3.2 Especificaciones Técnicas

Materiales: La estructura del semi-remolque esta compuesta por perfil de acero cuadrado de $\frac{3}{4}$ calibre 18. También posee unas barras de refuerzo, las cuales están hechas en perfil de acero de $\frac{3}{8}$ calibre 18. La parte en la cual se ubica la conexión es un perfil rectangular de acero, sobre un perfil en ángulo de $1\frac{1}{2}$ " x $1\frac{1}{2}$ ". El eje esta hecho en acero, al igual que sus componentes. El piso sobre el cual se ubican los periódicos, es de polipropileno. Todo el semi-remolque esta cubierto por una carpa en lona plástica.

Capacidad de Carga: Posee una capacidad de carga máxima de 200 Kilogramos.

Velocidad promedio: Se debe conducir a una velocidad promedio de 40 Km por hora.

Resistencia última: Tiene una resistencia máxima de 300 Kg

Peso (sin carga): Tiene un peso de 25 Kg

3.3 Proceso de fabricación

El proceso de fabricación del semi-remolque se realiza con tecnología y herramental disponibles en el medio local. Se llevan a cabo procesos como doblado de tubería, soldadura, maquinado, pintura, costura, entre otros.

3.4 Imagen e identidad del producto

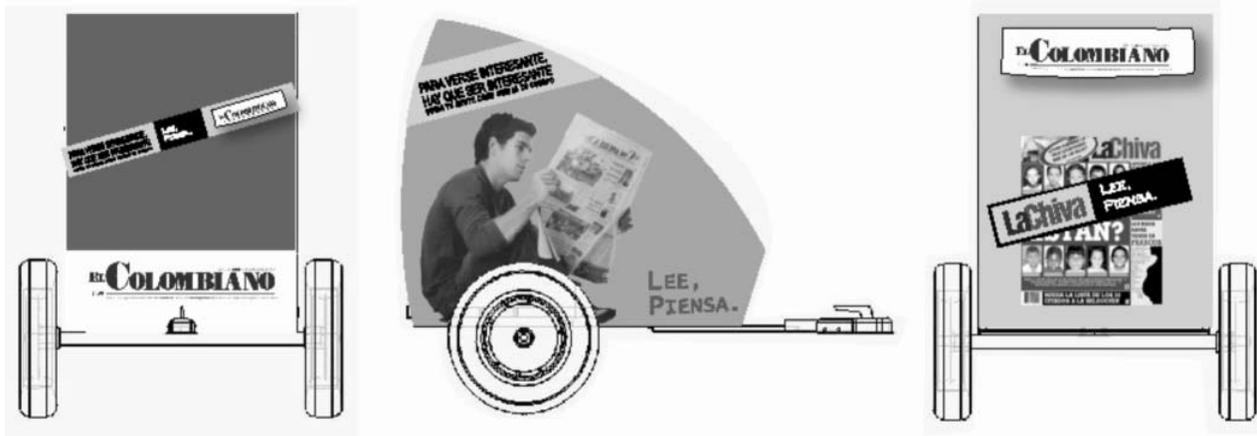
La lona que cubre el semi-remolque, tiene la función de proteger los productos de condiciones climáticas y además tienen la función adicional de portar publicidad para la empresa El Colombiano. Como parte del proceso de diseño y en colaboración con la Auxiliar de Mercadeo de Distribución, de El Colombiano, se realiza una propuesta de impresión para la lona. El Colombiano propone usar la campaña actual cuyo slogan es "Para verse interesante, hay que ser interesante". En la figura 13 se encuentra esta imagen.

Posteriormente se realiza una propuesta de imagen para la lona, que puede verse en la figura 14.

FIGURA 13
Propuesta gráfica



FIGURA 14
Propuesta lona



Adicional a esto se propone un nombre para el producto. El nombre "El Colombianero", hace alusión a la empresa para la cual se está diseñando el producto. Se propone también una imagen gráfica para el producto, que puede verse en la siguiente figura.

FIGURA 15
Nombre e imagen



CONCLUSIONES

- El producto desarrollado es un semi-remolque que pertenece a la familia de remolques utilitarios y su función principal es transportar periódicos para ser halado por una motocicleta para la empresa El Colombiano.
- El producto está diseñado para la empresa El Colombiano, será usado por los repartidores de periódicos inicialmente en la ciudad de Medellín en las horas de la mañana.
- El producto esta diseñado para transportar un máximo de 800 periódicos, con un peso equivalente aproximado a 160 kg y un volumen de 230.400 cm³ (60 x 60 x 64 cm) y posee una capacidad de carga máxima de 200 Kg.
- El sistema de enganche del semi-remolque es por medio de un acople de bola estándar, lo que permite que no este limitado solo al tipo de motocicleta considerado en el diseño.
- El producto diseñado está cubierto por una lona que protege el contenido de las condiciones ambientales y como función adicional, porta publicidad de la empresa El Colombiano.
- El semi-remolque esta dotado con unas llantas de motocicleta neumáticas 350 x 10 (de moto Plus), que le brindan amortiguación a este. Tambien posee Stops, y superficies reflectivas para brindar iluminación en las madrugadas, que le proporcionan seguridad y cumplimiento de las normas de tránsito.
- El producto cumple con 4 criterios de diseño definidos por el cliente: económico, liviano, seguro y que proteja los periódicos
- El semi-remolque puede elaborarse con procesos de manufactura disponibles en el medio local.
- El proceso de diseño del semi-remolque se lleva a cabo utilizando metodologías adquiridas durante el curso del pregrado Ingeniería de Diseño de Producto.

BIBLIOGRAFÍA

- CROSS N. (1999). Métodos de Diseño: Estrategias para el Diseño de Productos. México D.F.: Editorial Limusa, SA. 189 p.
- MESA, N. (2005). Desarrollo de un semi-remolque para una motocicleta que mejore el transporte de periódicos de la empresa el colombiano. [Proyecto de grado]. Medellín. Universidad Eafit. Dpto de Ingeniería de Diseño de Producto. 150 p.

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN AGITADOR DE EXTRACCIÓN DE SANGRE

AUTORAS

NATALIA GARCÍA VALENCIA
LINA CRISTINA OCAMPO SARMIENTO

AREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

INTRODUCCIÓN

La idea de fabricar un equipo para el sector hospitalario, se inicia a partir del desarrollo de un producto realizado en el transcurso de las materias Proyecto 7 y Proyecto 8 de la carrera Ingeniería de Diseño de Producto.

Es precisamente de este ejercicio académico y de la investigación, donde surge la idea del desarrollo de un nuevo producto como lo es el Agitador de Extracción de Sangre.

Pero no es la inexistencia de los equipos el problema directo, sino la falta de producción de estos a nivel nacional, ya que los agitadores que se encuentran actualmente en el mercado son producidos en el exterior, lo cual impide su adquisición a un alto porcentaje de las instituciones encargadas de la donación de sangre en el país, debido a su alto costo de importación. Al no contar con el equipo, el personal encargado de la donación se ve obligado a asistir todo el proceso para evitar que la sangre se coagule al no mezclarse homogéneamente con el anticoagulante que contiene la bolsa, haciendo del proceso de donación, un procedimiento poco eficiente y confiable, ya que el movimiento para realizar la mezcla es producido por la fuerza humana. El diseño del agitador de extracción de sangre pretende solucionar todas estas necesidades, optimizando el proceso de donación.

Es importante tener en cuenta algunas de las investigaciones realizadas en el sector salud para dar soporte a la necesidad encontrada en el mercado. Dentro de las investigaciones antes mencionadas encontramos que en Colombia se realizan 128.600 donaciones anualmente, cantidad que tiende a aumentar por las condiciones de orden público que vive el país actualmente, más, si tenemos en cuenta que el 70% de la sangre colectada en los servicios de medicina transfusional, conocidos más comúnmente como bancos de sangre, es utilizada en casos de trauma, accidentes automovilísticos, heridas por arma blanca, peleas callejeras y atracos, el resto se utiliza en los servicios que requieren de los componentes sanguíneos, como materno infantil, quemados, hematología, cirugía, transplantes y oncología, entre otros.

Actualmente la Organización Mundial de la Salud recomienda que la disponibilidad de sangre que debe existir para una población, es de 40 a 50 unidades sanguíneas por cada 1.000 habitantes / año, lo cual indica que Colombia necesita 1'372.776 millones de donaciones al año aproximadamente teniendo en cuenta la proyección de la

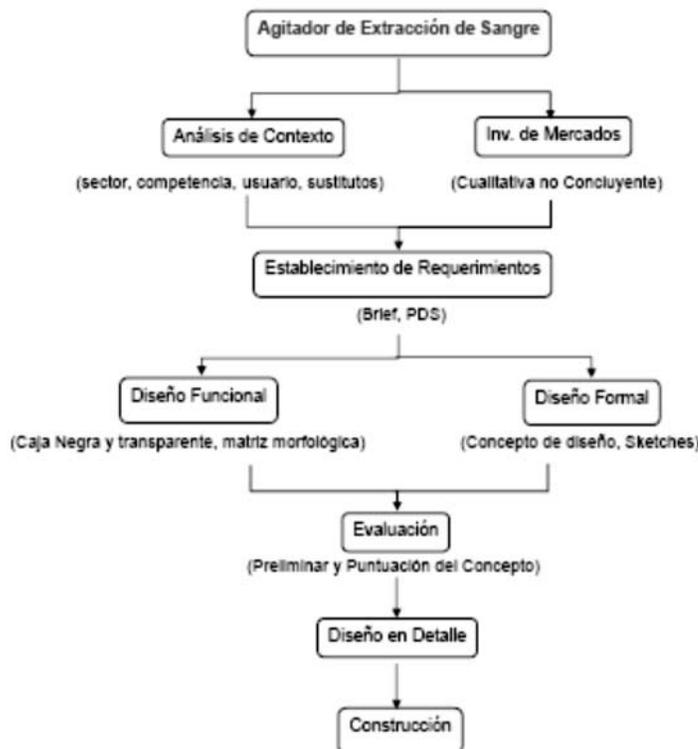
población para el año 2005 realizadas por el DANE, la cual indica un total de 27.455.526 personas mayores de 18 años de las cuales se deben descontar los portadores de VIH y otras enfermedades.

En Colombia ninguna compañía produce este tipo de equipos a pesar de la alta factibilidad de producción con excelente calidad utilizando materia prima, diseño y manufactura colombiana. Es precisamente el alcance de este proyecto desarrollar un modelo funcional que se acerque al producto final que cumpla con las expectativas del mercado, agitando constantemente la sangre para impedir que esta se coagule durante la donación.

El proceso de diseño y desarrollo del equipo se realiza tomando como base algunas metodologías de diseño existentes, tales como la VDI 2222, Pahl and Beitz, Koler, entre otras, donde se incluyen también otros instrumentos como el Brief y el PDS, todas estas herramientas se toman de forma parcial para obtener como resultado final una metodología propia que permite adaptar las evoluciones y demás puntos

desarrollados en el proyecto de acuerdo a las necesidades de los diseñadores. La metodología empleada se puede observar en la figura 1, donde se presenta de manera detallada el desarrollo del proyecto. A continuación se realiza una breve explicación del desarrollo de cada uno de los ítems que se muestran en la figura. En el análisis de contexto se realiza una completa investigación acerca del sector de la salud, sus tendencias, tecnología empleada, condiciones actuales; se incluye también una investigación acerca del mercado, la competencia tanto nacional como internacional, un análisis del usuario y del producto como tal. Por medio de estas investigaciones se puede concluir que el sector de la salud busca constantemente optimizar sus procesos por medio de tecnología que permita reducir tiempos y ser más exactos en cada uno de los procedimientos realizados. Respecto a la competencia es importante resaltar que todos los productos existentes en el mercado son producidos en el exterior, por lo cual cuentan con grandes desarrollos tecnológicos. Dentro de los productos sustitutos se encuentran la pesa mecánica y el hemoflow, que es un producto que monitorea el peso e interrumpe el flujo de sangre que pasa por la manguera de la bolsa de manera automática.

FIGURA 1. Metodología de Diseño



Dentro del análisis realizado en el sector, específicamente en el área transfusional de los bancos de sangre, se pueden identificar dos tipos de usuario, uno directo que es la persona encargada de la flebotomía dentro del proceso de donación de sangre (enfermeras y auxiliares de enfermería); y otro indirecto que es el personal administrativo encargado del estudio de las inversiones y compras de ayudas hospitalarias; es finalmente quien decide que producto comprar.

La investigación de mercados realizada es cualitativa no concluyente, con esta se busca conocer las necesidades reales y los atributos adicionales que el público objetivo prefiere en este tipo de equipo. Las herramientas utilizadas en la investigación son la entrevista a profundidad y la observación participante. Para la realización de estas actividades se elige un muestreo por conveniencia, el cual permite seleccionar los participantes de acuerdo a las necesidades y facilidades de los investigadores. A partir de este parámetro se determina realizar las entrevistas a cada uno de los jefes de 10 de los 12 bancos de sangre del área metropolitana. De esta investigación se obtienen las siguientes conclusiones:

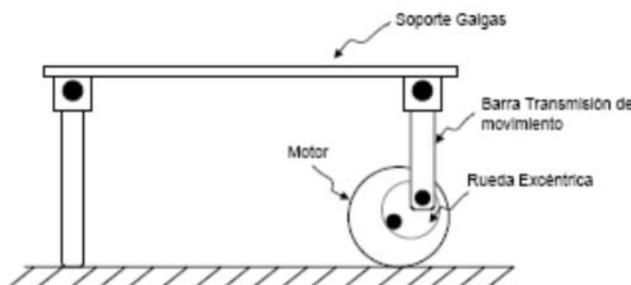
- El volumen de la sangre, el tiempo de donación y la elección del donante son los factores críticos dentro del proceso de donación.
- Las personas encargadas de la flebotomía consideran que el uso de un agitador de sangre en el proceso puede optimizarlo, disminuyendo el número de tareas, y garantizando la calidad del producto final (unidad de sangre).
- Dentro de las funciones básicas el usuario considera indispensable la agitación constante de la bolsa, sin embargo, existen otras funciones como el control del peso, el sellado o interrupción del flujo sanguíneo al obtener el peso requerido y el uso de señales auditivas para un mayor control del proceso.
- Sólo 3 de las instituciones visitadas poseen un agitador de extracción de sangre, este ha sido adquirido en todos los casos por comodato.
- El mayor inhibidor de compra es indiscutiblemente el precio del producto, el precio del producto se convierte a la vez en el mayor motivador de compra, sin dejar de lado la calidad y el soporte técnico.

El establecimiento de requerimientos se realiza a partir de los resultados obtenidos en la investigación de mercados, convirtiendo los enunciados del cliente en especificaciones técnicas, para luego clasificarlas como demanda o deseo y asignarles además, un valor objetivo. Dentro del PDS se pueden resaltar las siguientes especificaciones teniendo en cuenta su importancia para el desempeño y funcionamiento del producto.

- Precio asequible entre \$2'000.000 –\$3'000.000
- El equipo debe ocupar poco espacio para no obstaculizar el tránsito de personas.
- Señal auditiva que indique la finalización del proceso.
- Indicación visual del volumen de sangre colectado.
- Indicación visual del tiempo del proceso.
- Interrupción del flujo de sangre al completar los 450ml.
- Colores acordes con el sector hospitalario
- Identidad semántica que indique como operar el equipo.
- Materia prima de fácil consecución a nivel nacional.
- Procesos de manufactura nacionales.

Tomando como bases las especificaciones antes mencionadas se lleva a cabo el diseño funcional del equipo, el cual consta de dos mecanismos y 4 tarjetas electrónicas. El mecanismo que genera el movimiento de vaivén es un sistema de bielas que funciona con un motorreductor 24VDC, como se muestra en la figura 2.

FIGURA 2
Diseño de Mecanismo



Por otro lado el sistema que interrumpe el flujo de la sangre que pasa por la manguera consta de una palanca para extrangulamiento de la manguera que es activada por un electroimán que se acciona 10 segundos al completar los 450gr. El electroimán seleccionado funciona a 24 VDC y consume 0.5 amperios de corriente. Al núcleo del electroimán se ensambla una lámina de poliestireno (palanca) con la forma necesaria para posicionar la manguera y estrangularla contra la carcasa. Esta además, cuenta con un recubrimiento de silicona en el lugar donde se ubica la manguera para optimizar el cierre del flujo.

El funcionamiento del equipo es controlado por 4 circuitos eléctricos, fuente de 5V, fuente de 24V, amplificador instrumental y circuito de control que contiene el microcontrolador. El voltaje de 110V entra a través de un cable de alimentación, este voltaje es convertido a 5V y 24V por los transformadores, para distribuirlo posteriormente al circuito de control, las galgas extensométricas y el motor respectivamente.

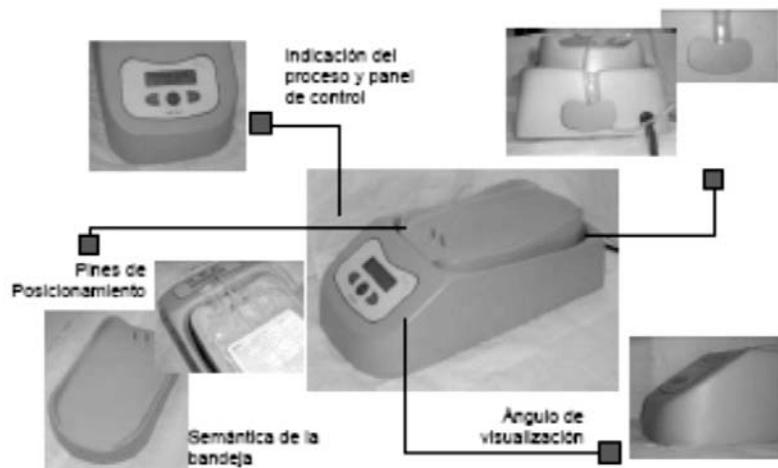
Los circuitos electrónicos controlan la secuencia y actuación del motor y el electroimán, los cuales se encargan de generar el movimiento de vaivén y el clampaje respectivamente. Estos

circuitos se encuentran formados por una fuente de 24 V, una fuente de 5V, un amplificador instrumental y un circuito de control. La secuencia de funcionamiento e interfase con el usuario se inicia al activar el pulsador ON y el proceso sólo comienza al presionar START, dando la orden al motor de generar el movimiento de vaivén, al temporizador y a la balanza de indicar los respectivos datos.

El buzzer (señal de audio) y el electroimán (sistema de clampaje) se activan cuando la bolsa alcanza los 450 gr, el movimiento de vaivén sólo para cuando se presiona el pulsador OFF. Toda esta secuencia se controla por medio de un microcontrolador, en este caso específico un PIC 16F873A con tres puertos A, B y C, que pueden ser programados como entradas o salidas dependiendo de los requerimientos. El microcontrolador es programado en el software PCW C Compiler IDE.

En el diseño formal se toma como concepto de diseño Las Hojas, tratando de lograr una conexión con el diseño sin llegar a la literalidad. La forma final del agitador de extracción de sangre busca armonía entre lo funcional, la semántica y el concepto de diseño. Ver figura 3.

FIGURA 3
Diseño formal del agitador de extracción de sangre



La elaboración de este proyecto se basa fundamentalmente en la realización de evaluaciones que permiten finalmente determinar las propuestas finales tanto formal como funcionalmente. Para esto se lleva a cabo una evaluación preliminar utilizando los siguientes criterios de evaluación: Cumplimiento de Función, Cumplimiento de Especificación, Facilidad de Manufactura, Costo Asequible, Optimización del Proceso.

De esta evaluación se eligen las alternativas que sobrepasen una calificación de 4.0 para calificarlas posteriormente con una evaluación de Puntuación del concepto, para la cual se establecen valores objetivos y los siguientes criterios de evaluación: Buen desempeño, Fácil Uso, Fácil Mantenimiento, Fácil Manufactura, Fácil Transporte, Bajo Costo, Interfase con el Usuario.

La construcción del modelo funcional consta de tres partes, la carcasa, los mecanismos y los circuitos electrónicos. La carcasa se realiza por medio de la construcción de un molde en madera, el cual se utiliza posteriormente en el proceso de termoformado. Este se realiza con lámina de poliestireno calibre 100. Los mecanismos son construidos en diferentes materiales como aluminio y acero inoxidable, utilizando diferentes herramientas como fresadoras, taladros, torno, dobladora, entre otros. Los circuitos son diseñados en el software EAGLE 4.03 para ser impresos y montados posteriormente.

Es importante resaltar que durante el desarrollo del proyecto se analizaron diferentes opciones para cada uno de los

portadores de solución, por medio de las evaluaciones llevadas a cabo se determinan las propuestas finales que fueron elaboradas en la construcción del modelo funcional. Sin embargo, es posible modificar las soluciones seleccionadas a través de la búsqueda de nuevos portadores de principios que ejecuten las funciones de acuerdo con los parámetros requeridos.

El desarrollo del modelo funcional puede ser optimizado por medio de otras herramientas y mecanismos que se continuarán explorando, para de esta manera obtener un producto completamente competitivo para ser lanzado al mercado, pues la idea es continuar con el proyecto del desarrollo del agitador de extracción de sangre para lograr suplir las necesidades del usuario a la vez que se impulsa el crecimiento de la industria colombiana.

Teniendo en cuenta los factores antes mencionados se considera que es una gran Oportunidad el desarrollo de un agitador logrando llenar un vacío en el mercado con un Producto de bajo precio, alta calidad y que facilita y automatiza el proceso de Donación.

INVESTIGACIÓN Y APLICACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE DESPLAZAMIENTO POR SUSTENTACIÓN CON COLCHÓN DE AIRE (HOVERCRAFT)

AUTORES

PAULA ANDREA VILLAMIL
pvillami@eafit.edu.co

ANDRÉS JULIÁN CHICA
achicago@eafit.edu.co

SEBASTIÁN RAMÍREZ
sramire3@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
ENGENIEERING & PRODUCTION

ASESOR
I.M. DAVID COCK BOTERO

RESUMEN

El presente artículo compila la información consignada en el proyecto de grado Investigación y aplicación de la tecnología de desplazamiento por sustentación con colchón de aire empleada en el diseño y fabricación de aerodeslizadores. Uno de los principales objetivos del proyecto fue hacer una propuesta de diseño cuya aplicación futura fuera viable dentro del contexto colombiano a partir de la información recolectada. El concepto de aerodeslizador propuesto en el trabajo se concibió para desenvolverse dentro de la categoría de aerodeslizadores unipersonales con fines deportivos y recreativos principalmente. El desarrollo de esta tecnología en Colombia es poco pero con un alto potencial de aplicación.

PALABRAS CLAVE

Aerodeslizador, hovercraft, sustentación con colchón de aire, ACV, Mecánica de fluidos.

ABSTRACT

This article compiles the information necessary to explain the grade project about the investigation of the air cushion technology used in hovercrafts development. One of the principal objectives of this project was to make a hovercraft concept where each one of its components was able to get in the colombian market; this means we weren't going to have the opportunity to use some of the technology present in other countries where hovercrafts have many years of development. This condition was going to end up in a hovercraft concept made in Colombia for the colombian context. The hovercraft concept proposed in this grade project was meant to participate into the one-person segment market. Although the development of this technology in Colombia is little, it has a high potential of applications in many contexts of this country.

INTRODUCCIÓN

Los vehículos denominados aerodeslizadores (hovercraft o ACV) son artefactos que se desplazan sobre la superficie de un terreno por medio de una capa de aire interpuesta entre estos y el suelo, produciendo sustentación. Como no existe contacto ni fricción con el suelo, los aerodeslizadores pueden transportarse sobre cualquier tipo de terreno como: nieve, pantano, zonas áridas e incluso agua. Esta característica hace que el producto sea versátil y que las aplicaciones de uso posibles para él sean muy variadas.

La tecnología en la que se basa el funcionamiento de un aerodeslizador (principio físico) tuvo sus orígenes en Inglaterra en la década del 50, país en el cual se presentó su mayor progreso. En Colombia ha tenido muy poco desarrollo, sin embargo esto no representa un obstáculo para desarrollar este tipo de vehículos con los recursos e infraestructura disponibles en el país.

El contexto sobre el cual fue concebida la propuesta de aerodeslizador presentada en el proyecto de grado es el de diversión, permitiendo la creación de un nuevo concepto de transporte y una nueva categoría de producto afin con productos ampliamente conocidos en Colombia y que cuentan con una gran afición y acogida, como lo son el kartismo, los botes con motor fuera de borda, los Jet Ski, entre otros.

Actualmente los aerodeslizadores con este concepto están siendo desarrollados en otros países especialmente en Europa y Estados Unidos, sin embargo los precios son elevados haciéndolos prácticamente inaccesibles a alguien que desea adquirirlos en Colombia. Por esta razón uno de los requerimientos más importantes en el proyecto fue proponer una alternativa económica sin detrimento de los beneficios esperados (desempeño y rendimiento).

El desarrollo del proyecto se llevó a cabo empleando como principal herramienta el diseño metódico, al implementar la búsqueda conceptual de soluciones y la comprensión del producto como un sistema íntegro. Con esta forma de trabajo se logró que los componentes trabajaran de manera adecuada entre sí, consiguiendo la sinergia que lograra el desempeño esperado, al buscar el cumplimiento de la función principal para la cual está concebido el

producto (transportar a un pasajero deslizando el vehículo sobre una capa de aire). El método permitió acercarse a la comprensión funcional y brindó herramientas para evaluar diferentes alternativas solución de manera objetiva.

Aunque el proyecto requirió un gran porcentaje de desarrollo a nivel funcional y de diseño mecánico, también se trabajó desde la parte formal, desarrollando un vehículo que además de cumplir con su rendimiento y desempeño esperado, fuera agradable, cómodo para el usuario y percibido como un producto innovador.

El proyecto propuesto como trabajo de grado recoge en este producto gran parte de los aspectos que debe considerar un Ingeniero de Diseño y que se manifiestan de manera intrínseca en una solución materializada. La técnica, la estética y la interfase con el usuario, fueron los tres elementos fundamentales en el desarrollo de la propuesta de diseño, relacionándose con las cuatro áreas que fundamentan la existencia de la ingeniería de diseño de productos: área del diseño, área de valores y cultura, área de producción y área de mercadeo.

1. ANTECEDENTES

En el campo de la náutica se desarrollaron ideas, teorías y experimentos para reducir la resistencia que genera el rozamiento del casco con la superficie, interponiendo aire entre éste y el agua. A partir de esta necesidad nacen los Aerodeslizadores.

La primera propuesta documentada de un vehículo de colchón de aire fue presentada en 1716, pero sólo hasta la década de 1950-1960 se logró construir el primer aerodeslizador gracias al aporte del inventor inglés Christopher Cockerell quien con el apoyo del gobierno británico desarrolló esta tecnología. Desde este momento se dan avances en este campo en otros países como China, Rusia, EEUU, entre otros, realizando aportes que mejoraron el desempeño, tales como: implementación de la membrana flexible (faldón), la apropiación de elementos utilizados en la industria naval y aeronáutica, la exploración de nuevos materiales livianos y resistentes, entre otros.

Actualmente los aerodeslizadores siguen siendo utilizados en diferentes ámbitos como: aplicaciones militares, recreativas,

rescate, transporte comercial, entre otros, donde las prestaciones y cualidades de estos vehículos los hace útiles para la sociedad.

2. LA TECNOLOGÍA DE SUSTENTACIÓN POR COLCHÓN DE AIRE

La tecnología de sustentación por colchón de aire se basa en la introducción de un fluido (aire) dentro una cámara sellada, produciéndose un aumento en su presión interna y consiguiendo que el área superior experimente una fuerza de sustentación por efecto de la presión ascendente que se presenta sobre toda la superficie de la base, venciendo el peso que lleva sobre sí.

La principal forma de conseguir esta cantidad de aire (presión y caudal requeridos), es utilizando un sistema que permita acelerar el aire, transmitiéndole energía cinética y transformando este movimiento en sustentación. Por lo general el elemento que más se utiliza para lograr esta fuerza a partir del aire en los aerodeslizadores son los ventiladores de hélices axiales, que brindan la proporción de presión y caudal según la necesidad específica. Para que el aire sea capaz de sustentar el peso total se requiere de una membrana flexible (faldón) que permita acumular aire incrementando la presión. La incorporación de estas membranas permite que los requerimientos de potencia se minimicen al reducir la pérdida de aire que se presenta al momento en que la base del vehículo se eleva (por efecto del sello con la superficie del suelo).

Las variables iniciales (punto de partida para el diseño de un aerodeslizador), que intervienen en el fenómeno de sustentación y desplazamiento por medio de aire son:

- Fuerza de sustentación (es igual al peso del conjunto)
- Área de sustentación.
- Velocidad horizontal deseada (desplazamiento).
- Densidad del aire en el lugar de aplicación.
- Caudal de aire.
- Potencia del ventilador.

Adicionalmente a la fuerza de sustentación se requiere de una fuerza que produzca el desplazamiento. Como el vehículo

se encuentra suspendido sobre una fina capa de aire, no se requiere de una gran magnitud en esta fuerza para producir movimiento. Esta fuerza denominada propulsión es producida por la acción del aire impulsado.

El desplazamiento se ve afectado por los arrastres producidos debido a la fricción del faldón con la superficie del suelo y a la resistencia del aire del ambiente (arrastre aerodinámico). Mientras más alta sea la velocidad de desplazamiento, mayor incidencia tendrán estos arrastres sobre el comportamiento del vehículo.

3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la propuesta se utilizó como principal herramienta la metodología propuesta por Nigel Cross en su libro "Métodos de Diseño" (1995) con la cual se realizó una exploración conceptual del sistema "aerodeslizador" y se definieron las alternativas solución que fueron evaluadas posteriormente. La figura 1 sintetiza gráficamente la metodología utilizada. El esquema abordado se seleccionó principalmente porque se basa en los métodos que se encuentran dentro de un marco de referencia lógico, produciendo un enfoque sistemático en el diseño donde todas las etapas parten de la interpretación conceptual de los problemas de diseño.

De la exploración y planteamiento conceptual del sistema se originaron tres posibles soluciones que fueron evaluadas desde varias perspectivas como: costos, cumplimiento de los objetivos del proyecto, desempeño, entre otros.

Luego de depurar las alternativas, fue necesaria la verificación funcional de las propuestas y sus sistemas, debido a que la información sobre el tema era muy poca y no se contaba con la experiencia en el diseño y construcción de aerodeslizadores. Por esta razón la elaboración de modelos funcionales a diferentes escalas fue necesaria en todo el proceso de selección y refinamiento hasta llegar a la alternativa presentada como definitiva. De la mano de la teoría y principios físicos explorados y elaborados en el marco teórico y con los experimentos y pruebas realizadas a los modelos funcionales se adquirió la experiencia y conocimiento para elaborar la alternativa definitiva.

FIGURA 1
 Proceso de diseño para el desarrollo del proyecto, inspirado en el modelo simétrico de problema / solución,
 planteado en el libro "Métodos de Diseño" de Nigel Cross (1995)

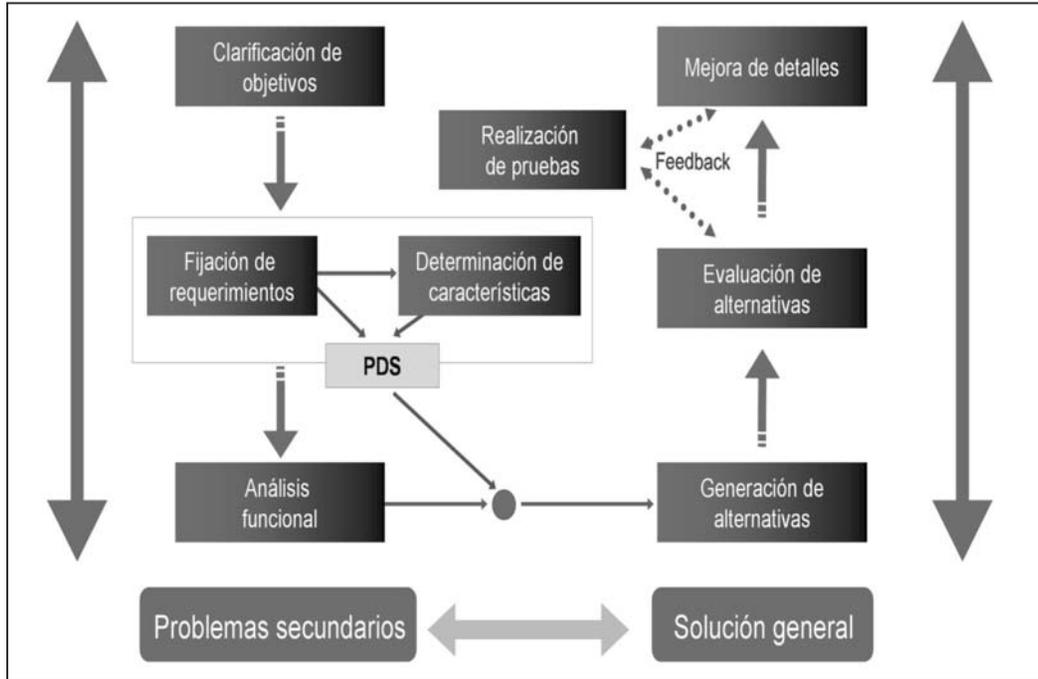


FIGURA 2
 Modelos funcionales elaborados a diferentes escalas



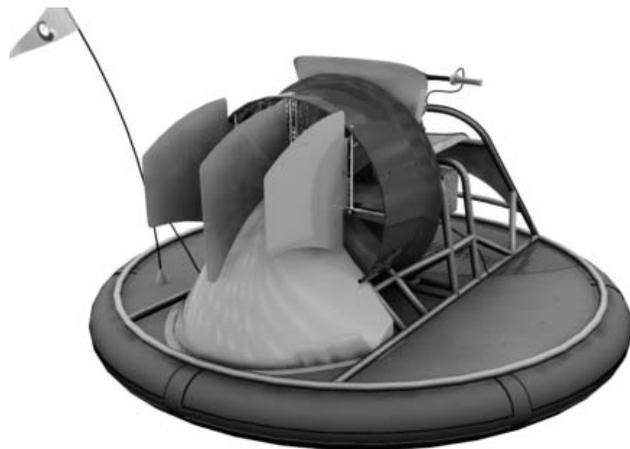
4. PROPUESTA DEFINITIVA

A partir de los conocimientos, experiencias y avances alcanzados a lo largo de la investigación, se llegó al diseño y fabricación del modelo funcional definitivo. eo_3 es el resultado de un proceso de aprendizaje donde fue necesario evaluar diferentes sistemas, procesos, materiales, entre otros, para llegar a la aplicación de la investigación objetivo de este proyecto, sin embargo el aprendizaje aún continúa.

eo_3 es un aerodeslizador unipersonal enfocado al área del entretenimiento, el deporte y la diversión. Su forma parte de una base circular sobre la cual se apoya el chasis y sobre éste los diferentes sistemas que conforman el vehículo (sustentación, propulsión y dirección). Esta forma fue elegida puesto que funcionalmente favorece una mejor distribución y aprovechamiento del aire, ya que debe recorrer la misma distancia para llegar a la periferia, a diferencia de formas rectangulares o elípticas (empleadas en otros aerodeslizadores) donde la longitud del recorrido varía. Por ser una forma simétrica se facilitó la disposición de los componentes, al contar con puntos de referencia de fácil identificación (centro de la circunferencia y cuadrantes). De igual manera un casco simétrico favorece la labor de hacer coincidir el centro geométrico y de presión con el centro de gravedad del sistema.

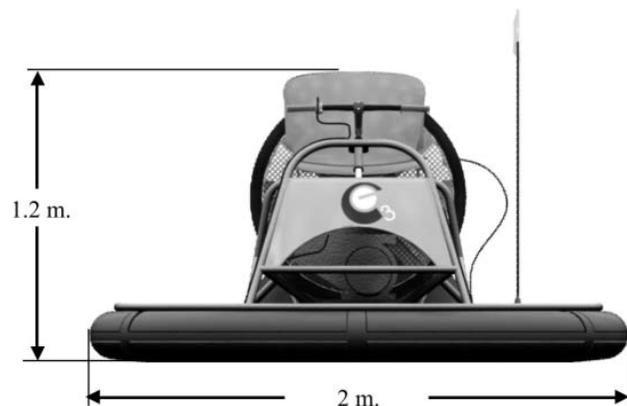


FIGURA 3
Modelo virtual alternativa definitiva (eo_3)



Para el diseño de los componentes se implementaron formas redondeadas, aerodinámicas que además de aportar estética contribuyeron al buen funcionamiento del vehículo. Las dimensiones generales del aerodeslizador son 2 m. de diámetro en la base y 1.2 m. de altura, su peso es aproximadamente 134 Kg.

FIGURA 4
Dimensiones generales alternativa definitiva



El vehículo puede alcanzar velocidades de hasta 12 Km/h. su diseño y especificaciones técnicas le permiten sustentar y transportar adecuadamente un conductor de 70 Kg. de peso. Puede ser empleado en cualquier tipo de terreno (césped, hielo, pavimento, entre otros).

La potencia es generada por un motor Honda GX390 4 tiempos de 13 HP. Un juego de poleas y bandas transmite la energía al

ventilador. El aire del ambiente es impulsado por el ventilador, siendo luego dirigido a una cámara (base del vehículo) que distribuye el aire para sustentación y al ambiente para generar la reacción que produce el desplazamiento (propulsión).

FIGURA 5
Modelo funcional definitivo (eo₃)



El control del sistema se logra por medio de cables. Un cable a tensión permite el control de la aceleración y desaceleración del motor y un cable que opera a tensión y compresión permite el control de la dirección.

El usuario se encuentra ubicado delante del ventilador y sobre el motor con el fin de aprovechar el espacio y no restringir su el campo visual. La disposición de los componentes fue determinada de tal forma que hiciera más simple el sistema y evitara el incremento de componentes para la conducción del aire, ya que las pérdidas ocasionadas por la fricción del aire con las paredes de los ductos (pérdida de energía) afectan en gran medida el correcto funcionamiento del vehículo, además del peso adicional que se genera.

CONCLUSIONES

Los objetivos planteados son la referencia para estimar el desarrollo del avance y la profundidad a la que se llegó con la culminación de este proyecto.

Se consiguió explorar la tecnología de sustentación por colchón de aire, comprender los principios físicos que la rigen y comprobar experimentalmente los planteamientos conceptuales. La investigación realizada proporcionó herramientas suficientes para concebir y proponer una posible aplicación para el medio colombiano.

Se cumplió el objetivo general del proyecto de grado de diseñar y desarrollar una aplicación para diversión y deporte, basada en la tecnología de sustentación por colchón de aire, construyendo un modelo funcional de uso personal. Donde se incluyeron aspectos propios de un producto listo para su comercialización.

Se elaboraron cartas de proceso de cada una de las partes, permitiendo proyectar una producción futura en serie.

Se propuso un diseño final del producto teniendo presente aspectos como: manejo de color, acabados, aplicaciones gráficas y ergonomía. Adicionalmente se elaboró un manual de usuario (concepto) donde se propicia un acercamiento a factores comerciales y a través del cual el equipo de diseño tiene un primer contacto con el cliente final (usuario).

A nivel funcional se alcanzaron los objetivos de rendimiento y desempeño esperados: se desarrolló una velocidad máxima de 12 kilómetros por hora que superó el objetivo esperado (5 Km/h), se consiguió que el vehículo sustentara su propio peso (134 Kg.) más el de una persona de hasta 70 Kg., se implementó un sistema propulsor mecánico de aire que mantuvo el aerodeslizador estable y permitió cumplir con los requerimientos iniciales de desempeño y carga, al proporcionar un caudal de aire de 9.57 m³/s. que produjo una presión de 655.5 Pa. para alcanzar la sustentación. Se logro que la altura del colchón de aire permitiera superar obstáculos de hasta 50 mm. de altura. A continuación se presenta una tabla resumen con las especificaciones de la aplicación desarrollada (eo₃).

TABLA 1
Especificaciones de la aplicación desarrollada (eo₃)

ESPECIFICACIÓN	VALOR	UNIDAD
Dimensiones generales (diámetro)	1.95	m.
Peso	134	Kg.
Capacidad de carga	70 (1 pasajero)	Kg.
Velocidad Máxima	12	Km./h
Máximo sobrepaso de obstáculos	5	cm.
Motor	GX390 Honda 4 tiempos. Eje horizontal	
Cilindraje	390	cc
Potencia Motor	13	HP
Máximo Torque motor	2.7	Kg.-m (2500 RPM)
Sentido de rotación	Anti-horario	
Revoluciones máximas motor	3600	RPM
Tipo de Ventilador	Axial 8 alabes	
Área efectiva del ventilador	0.402	m ²
Presión de sustentación	655.5	Pa.
Área de sustentación	2.99	m ²
Área de propulsión	0.253	m ²
Caudal de propulsión	6.027	m ³ /s.
Tipo de faldón	Segmentado (x40)	
Sistema de dirección	Tres aletas	
Sistema de frenado	Por aterrizaje (fricción)	
Autonomía	1	H
Capacidad de combustible	6.5	L
Capacidad de aceite	1.1	L

Las condiciones de sustentación fueron adecuadas y se desarrolló una propuesta materializada en un modelo funcional escala 1:1 que tiene características propias de un producto terminado. Sin embargo aunque para el equipo de diseño los resultados registrados fueron satisfactorios, se conocen las limitaciones de la propuesta planteada y para pensar en una futura comercialización todavía falta un camino largo por recorrer, para mejorar el rendimiento y la eficiencia (principalmente la maniobrabilidad y capacidad de respuesta del vehículo).

A nivel de investigación se cumplió el objetivo, porque la información consignada en este trabajo de grado es un verdadero aporte al conocimiento local (este documento es un primer paso para aprender sobre el diseño y construcción de aerodeslizadores en el entorno colombiano).

La conclusión esencial de este proyecto de grado es que el panorama futuro es promisorio. Se demostró que es posible diseñar y construir un aerodeslizador (bosquejo de producto) con la infraestructura y recursos disponibles en Colombia con un bajo presupuesto. El elemento más valioso de toda esta experiencia fue el conocimiento adquirido.

BIBLIOGRAFÍA

- YUN, Lian y BLIAULT, Alan. "Theory and design of Air Cushion Craft", primera edición. Londres: Editorial Arnold; 2000.
- FITZGERALD, Christopher. "Light hovercraft design", tercera edición. Estados Unidos: Hoverclub of America; 1995.
- Mc. LEAVY, Roy. "Hovercraft and Hydrofoils", Editorial Arco Pub; 1977.
- FITZ, Patrick. "The principles of hovercraft design". Hovercraft Club of Great Britain. Inglaterra: 2002. 5p.
- FITZ, Patrick. "Calculation of thrust in a ducted fan assembly for hovercraft". Hovercraft Club of Great Britain. Inglaterra: 2003. 14p.
- BUCKNALL, John. "Thrust, Flow Straighteners, Steering and Straight Line Stability". Hovercraft Club of Great Britain. Inglaterra: 2004. 7p.
- FITZ, Patrick "Calculation of thrust in a ducted fan assembly for hovercraft". Hovercraft Club of Great Britain. Inglaterra: 2003. 14p.
- ROCA VILA, Reclus Introducción a la mecánica de los fluidos. México D.F.: Limusa; 1978.
- ESTRADA, Jairo. Ergonomía, segunda edición. Medellín: editorial Universidad de Antioquia; 2000. 346p.
- GERLING, Henrich. Alrededor de las máquinas y herramientas. Reverté. S.A editorial.
- CROSS, Nigel Métodos de Diseño, estrategias para el diseño de productos. México D. F.: Limusa/Wiley; 1995.
- PUGH, Stuart. Total Design. Harlow UK: Addison Weasley, 1991.
- ULRICH, Karl and EPPINGER, Steven. Product Design and Development. McGraw-Hill Inc. 1995.
- ROOZENBURG, N.F.M & EEKELS, J. Product Design: Fundamentals and Methods. Chichester UK: John Wiley & Sons. 1995.
- HERNÁNDEZ, María Cristina. Product Design Specifications. En: Memorias de la materia Especificaciones para el diseño de productos; Medellín: Ingeniería de Diseño de Producto – EAFIT.

MASS CUSTOMIZATION IN COLOMBIA CONSUMERS' PERCEPTIONS AND DESIGN SPECIFICATIONS FOR TOOLKITS CONSTRUCTION

AUTORAS

CAROLINA GIRALDO
ANA MARÍA VALENCIA

ÁREA DE ESTUDIO

ENGENIEERING & PRODUCTION

ABSTRACT

Mass customization is a method that has not been widely used by companies and designers, not in the world, neither in the Colombian context. Implementing innovative methodologies in the design process for the Colombian market might place Colombian companies, one step forward on products differentiation. The success in the process of customizing a product widely depends on the experiences each customer has when interacting with the design system each company provides. Frustration, boredom, and anxiety, are feelings that must be avoided in all systems. Then, it is imperative to be aware about all possible features that can generate those feelings.

This study aims to find information about the Colombian consumer's readiness to implement a mass customization system, and therefore, their perceptions and respective implications on the design of a co-design platform. Results from this study suggest that Colombian consumers are highly interested in this new concept. People seem to feel attracted by the benefits a customized product offers; distinctiveness among others stands out. The way the product is shown to the user, price awareness and structured steps, result as the main features to take into account when developing this kind of tools.

KEYWORDS

Personalization, Mass Customization, Toolkit, Self-expression, Status Aspirations, Need for Uniqueness, Co-designer

1. INTRODUCTION

The competition between companies across market segments is huge. People are seeking for uniqueness (Lynn and Harris, 1997) and use material possessions in order to obtain a unique identity and express this identity to themselves and others (Schultz, Kleine, and Kernan, 1989). People are willing to acquire products that give them more choices and distinctiveness among others; they are looking for exactly what they want and need (Pine, 1993). This has stimulated companies and designers to look for new methods and techniques to differentiate products, considering the changing market tendency and even more important, the customers needs. Consequently, companies throughout the world are starting to consider personalization as a means to obtain competitive advantages and consumers' satisfaction (Fox, 2001); they have managed to approach a closer reaction to the customer using markets segmentation, considering each consumer to be a segment of one, and meeting their needs on an individual basis (Davis, 1996; Kara and Kaynak, 1997). In order to take this challenge, some companies and designers are inviting consumers to become involved in the final design of the product. That is, the design and production process is initiated by the customer, who becomes a "prosumer" (Moffat, 1990) or "co-designer" (Kubiak, 1993; Berger and Piller, 2003). Still, we can say that designers are sharing their authority on design with the customers, using a design system as a supportive tool allowing people to change some product features. This process is known as Mass Customization; Pine (1993) refers to it as "the mass production of individually customized good and services".

JUSTIFICATION

Mass customization is a method that has not been widely used by companies and designers, not in the world, neither in the Colombian context. Implementing innovative methodologies in the design process for the Colombian market might place Colombian companies, one step forward on products differentiation. With this study, it is aimed to establish useful parameters to take into account in the design of a mass customization tool, based on the consumer point of view, which users and companies could benefit from.

What do Colombian people think and perceive in general terms about the mass customization concept? Which factors do Colombian consumers consider determinant and valuable

in a mass customization process? Those are the main queries this study is aiming to answer.

Some previous studies made on Mass Customization from the customers point of view, also suggest new investigations on this field (Bardakci and Whitelock, 2004). The reasons why the concept is not still investigated in Colombia are not known. It might be considered that there is a lack of knowledge about customization in the Colombian market. Therefore, it is intended to provide information about consumers' perceptions for companies interested in implementing new design methodologies as marketing strategies. Furthermore, this study proposes to extend the research on Mass Customization from a customer point of view, to a South American country.

2. THE CONCEPT

Blom (2000) referred to personalization as "a process that changes the functionality, interface, information content, or appearance of a system to increase its personal relevance to an individual". Personalizing products relies on producers sharing their design authority with individual customers (Fox, 2001). Now then, mass customization (referring to it as M.C. from this point forward) is, indeed, a way of personalization where companies provide freedom of configuration of a standard design but in a limited form. Mass customization allows products to be mass produced, while simultaneously offering possibilities to select one particular product that best fits the consumers' preferences (Fox, 2001) at a similar price of standardized mass-produced alternatives (Hart, 1996).

The main distinctive principle of M.C. is a mechanism for interacting with the customer providing guidance and feedback through the design configuration procedure; additionally, it provides specific information to the company, in order to define and translate the customer's needs and desires into a concrete product or service specification (Franke and Piller, 2003). This mechanism, toolkit (Von Hippel, 2001; Franke and Piller, 2004), choice board, co-design platform, or design system, is responsible for guiding the user through the configuration process. According to Franke and Piller (2003), a mass customization toolkit consists on three main components:

- The core configuration software: Presents the possible variations and guides the user through the configuration process, asking questions or providing design options.

- **A feedback tool:** Is responsible for presenting the configuration. Feedback information for a design variant can be given as a visualization and in other forms (e.g. price information, functionality test, etc.). It is the basis for the trial-and-error learning user.
- **Analyzing tools:** Finally translate a customer specific order into lists of materials, construction plans, and work schedules. They further transmit the configuration to manufacturing or other departments.

As this study relies on consumers' perceptions, the last component, the analyzing tool, is mainly constructed to provide a production and manufacturing service to the company; it does not have relation with the user. Therefore, it is not taken into account in this study.

METHOD

Twenty in depth interviews were performed. The participants, people between 20 and 30 years old, are part of the chosen target group; potential users of the concept. A principal characteristic of these people is the sensibility to acquire products they were not intending to buy; doing it as an impulse, influenced by special promotions or just because of an attractive price. Their open attitude towards new technologies, the easy access to Internet and the shopping power they have, are other characteristics this group possesses (Londoño et al. 1999). Gender differences are not considered in this study.

Stimulus Material

The interview was divided in two different stages intending to answer two different interrogates:

- a. What do Colombian people think and perceive in general terms about the mass customization concept?
- b. Which factors do Colombian consumers consider determinant and valuable in a mass customization process?

In order to address all the queries, a list of questions was itemized from both of them (See *Tables 1* and *2*). This list follows a specific order, according to what it is intended to answer in each study's stage.

In the first stage of the interview, the intention was to inquire about the knowledge and general perceptions people have about the concept. This may seem too general. The reason why it was done in such way is due to the lack of information concerning the Colombian's consumer behavior regarding M.C. For this first stage, no stimulus material was needed; just some graphic examples to explain the concept to those participants not familiarized with it (See *Figure 1*).

TABLE 1
Itemized questions for the first query of the study

Questions for the first stage of the interview
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Do you go shopping alone or do you prefer going with someone else? Why?</i> • <i>Do you take advices and opinions before buying a product? Why?</i> • <i>Have you bought through the internet? Which products? What did impulse you to do it?</i> • <i>Would you buy a pair of shoes through the internet? What kind of shoes would you buy? Why?</i> • <i>Have you ever heard about the "mass customization" concept?</i> • <i>Are you familiar with this concept?</i> • <i>Do you know some other examples about it? What do you know about them? What do you think about them?</i> • <i>Have you had a similar experience or have you bought any customized product before? Why (not)?</i> • <i>Would you be interested in buying a product through Mass Customization? Why (not)?</i> • <i>What do you find attractive from it? What do you think it would be the benefits of having a personalized product? ...Some other benefits?</i> • <i>What are the problems of it?</i>

FIGURE 1
Example of products shown to interviewees



Customized bag

Detail of the customized bag

The second stage of the interview was made with the intention of involving the participants in a regular mass customization process and giving them an idea of how a M.C. tool works. Then, three different existing web based tools were shown to them; each of them with different characteristics. This must be done aiming to discover general perceptions about the process and tools characteristics, and to have a more clear idea of what are those factors to take into account when creating a M.C. tool. Interviewees interacted with each tool. The order in which the tools were given to the participants was randomized in order to avoid slanting in the results. After interacting with each tool the participant was interrogated.

TABLE 2
Itemized questions for the second query of the study

Questions for the second stage of the interview
<ul style="list-style-type: none"> • <i>How would you qualify what you have done? Was it fun, boring, difficult, confusing? Why (not)?</i> • <i>What do you think about designing the product yourself? Explain your answer.</i> • <i>What are the benefits you perceived from this option?</i> • <i>What are the problems or disadvantages that you encountered during the process?</i> • <i>How do you feel about buying these products through the internet? Would you want to buy it in such way in real life? Why?</i> • <i>Would you be willing to pay a premium price? Would you pay more for it?</i> • <i>Did you get enough guidance during the process? In what way? Why (not)?</i> • <i>How do you feel about the time you must invest to customize a product?</i> • <i>How would you qualify not being able to try the product before purchase? Why? Is it so important to you to see that product before? Would it be enough?</i> • <i>Did you get a satisfactory idea of how the final product is going to look like? Why (not)?</i> • <i>Would you wait for it for a longer period time than usual?</i> • <i>Talking about the three websites, which one would you prefer?</i> • <i>Tell us about the reasons for your selection. What did you take into account? What made it better than the others? (Inquire into: easiness, interface, involvement, number of options, etc.)</i>

The criteria used to select the tools were based on four principal variables:

- a. **User's involvement:** It refers to the number of possible features people can change in the product and the range of options to choose from, given by the manufacturer. This is qualified as high, medium, or low level of user's involvement.
- b. **Guidance:** It is characterized by the existence of specific, described steps to follow, a guided tour during the process, or shown examples to clarify the process of customization. This is qualified as high, medium, or low level of guidance.
- c. **User's interface:** Takes into account the easiness to understand the system. This is qualified as high, medium, or low level of usability.
- d. **Product View:** It is related to how much users can see from the final product (2D, 3D, isometric, or a photograph) and if it is possible for them to see the changes during the process.

The three web pages that were shown are *121Time*, *Timbuk2 bags*, and *Wealthwood gifts* (See *Figure 2* for illustrations), and were selected from an evaluation made to 19 web tools. *Table 3* shows the characteristics and qualification made for each of them according to the variables explained above.

- **121 Time**
121 Time is a Swiss company dedicated to the design, manufacturing, and distribution of male and female watches; characterized for its easiness to find it and the big range of options given to the participants.
- **Timbuk2**
Tumbuk2 is an American company that offers the possibility of customizing a bag through their website; which is only one option from their products family. The simplicity in the process as well as the clean graphic design, are the most relevant characteristics of this web page.
- **Wealthwood Gifts**
The last tool, the one from *Wealthwood Gifts*, is the most complex of the group. It is presented by an American company dedicated to the manufacture of personalizable gifts. The tool/web site is characterized for its unfriendly interface and for not giving as many options as other companies do.

4. FINDINGS

20 persons were asked to participate on an interview following three stages, each of them intending to answer different queries.

What do Colombian people think and perceive in general terms about the mass customization concept?

This first query embraces the knowledge or awareness about M.C, interest on it, perceived benefits, and disadvantages. People seemed to be familiar with the concept but not having experienced with it; just a few of them did. Moreover, being interested on the system was a unanimous result, but with some restrictions on the type of products; those that require to be tried on, were not attractive to be customized. Likewise, perceived disadvantages were related to this last restriction. Uncertainty about the final result of the product and preoccupations about its measurements were relevant. Then, these findings lead to think about how important it is to give confidence about the product is being bought.

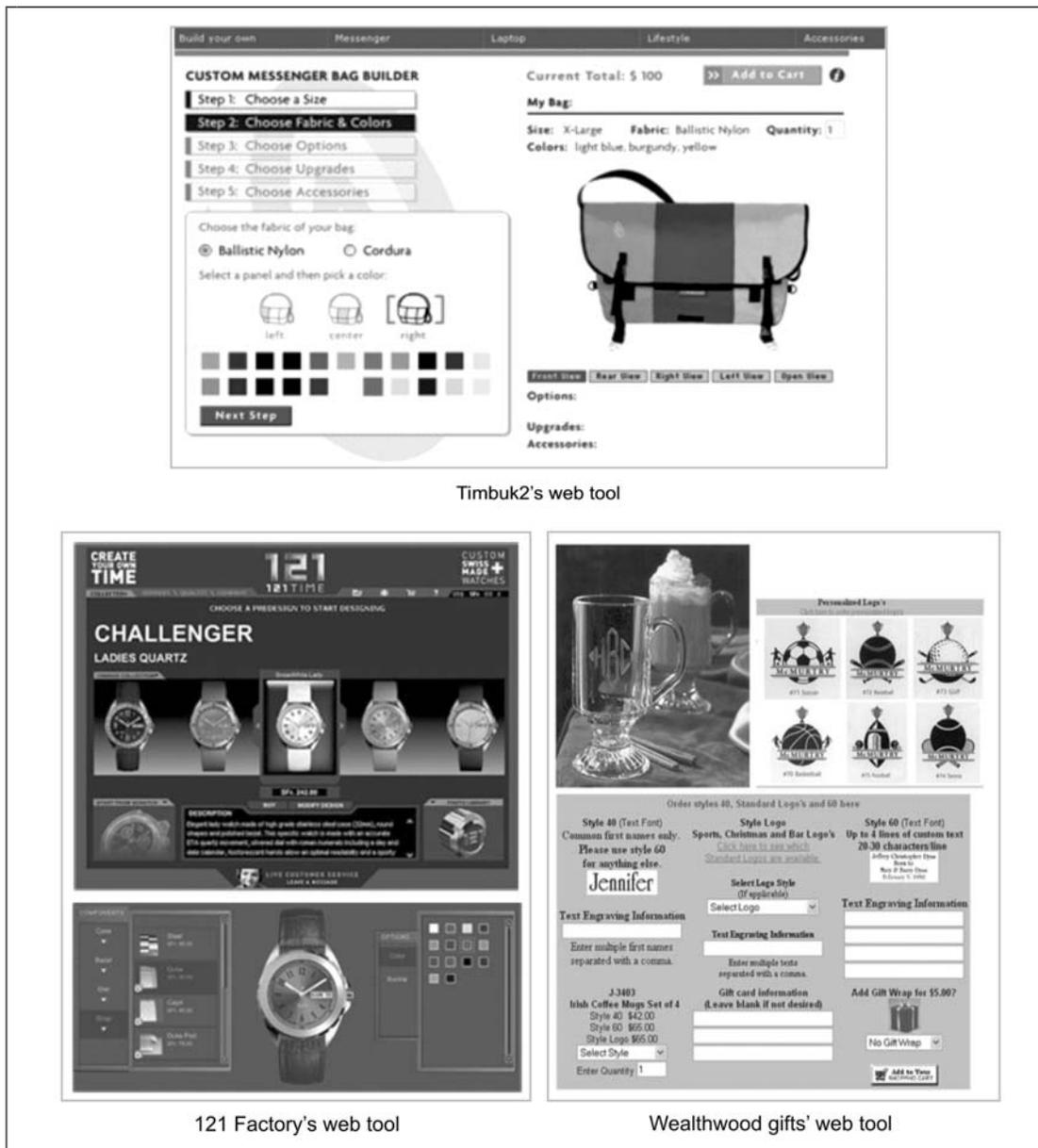
Perceived benefits from M.C. were related to the need for uniqueness, status aspiration, and self-expression; being the first of them the most significant benefit for the participants. Other found benefits were related to the facilities the tools provide like the easiness of finding the product just the way they wanted.

Which factors do Colombian consumers consider determinant and valuable in a mass customization process?

To respond to this key question, the information is separated in four factors, as explained in the methodology. User's involvement, guidance, product view and user's interface are those issues that are considered determinant for a system build up.

Concerning user's involvement, the most determinant issues to take into account for the design are: having an appropriate range of options and the opportunity of adding a personal touch to the product, such as engraving or placing logos or names on the product. Additionally, adjusting price however users want, selecting language and currency, were perceived as non-negotiable elements for a web tool.

FIGURE 2
Stimulus material Stage 2



Referring to guidance from the system, the existence of a logic process of steps, the adequate use of explanatory texts and the utilization of images to support guidance, are the most important items to take into consideration.

Regarding product view, the features that stand out were: the possibility of seeing changes while they are being made, the option of examining the product from different angles, and having a zoom option for details.

User's interface refers to the way the tool is configured and the way it works. Major required characteristics were: avoiding scrolling up and down, fast responses from the system (e.g. displaying images), interactivity, and motion. This last feature refers to the capability of providing a fun experience to users.

Table 4 presents a summary of these different factors, considered as relevant by consumers when interacting with a M.C. system.

TABLE 3
Qualification of web-tools

Web Tools	User's involvement	Guidance	User' interface	Product View	Comments
LEGO	Very High	High	High	High: 3D.	High degree of personalization
eWatchFactory	High	Medium	Medium	Medium: 2D, not realistic	A lot of tools available for the user
121 TIME	Medium	Low	High	Medium: 2D, realistic	Nice tool (layout)
DELL	Low	Medium	Medium	Medium: 3D views, no software	3D views not in all cases
Timbuk2	Medium	High	High	High: 2D and 3D, realistic	Price changes with the additions
Nike	Medium	High	High	High: 2D, 3D, realistic	Nice tool (layout)
Nokia	Medium	High	High	Medium: 2D	Give examples of personalized products
SELVE SHOES	Low	Low	Medium	Medium: 2D	Realistic view of the final product
CHEVROLET	Low	High	Medium	Low: 2D	Do not show all the changes made
ic3d	Medium	High	High	Low: 2D, not realistic	Do not show all the changes made
Freitag	Medium	High	High	Low: 2D, small view	Images saturation
Desiree	Low	Low	Medium	Low: pictures	Not nice tool
Wealthwood Gifts	Low	Low	Low	Low: Picture	No view of the final product
Hema	Low	Low	Medium	Low: Picture	No view of the final product
Hewlett Packard	Medium	Medium	Medium	x	Tool was not working correctly
Hi	Medium	High	Medium	Medium: 2D (both sides)	
M&M's	Medium	High	High	High: 3D, realistic	
Sweet and Sticky	High	Medium	Medium	Low: pictures	A lot of changes for on type of candy
Paceline bicycles	High	High	x	x	Tool was not available in the web

CONCLUSSION AND RECOMMENDATIONS

In this research, users were widely analyzed finding diverse reasons why they would customize a product. Need for uniqueness, status aspirations, and self-expression stand out as the main motivations for it, supporting theories from previous studies carried out in other countries (Cassidy and Lynn, 1989; Lynn and Harris, 1997; Blom and Monk, 2003; Mugge et al., 2004). Those are aspects that should be smartly used as a means for attracting future customers, expanding its participation on the market. Each of these motivations should be applied according to the marketing strategy each company has, and to the way consumers must be hooked.

The presented summary is simply a guide to get to an appropriate MC system, it is suggested to designers to examine those different demands and desires from users. Nevertheless, good results not only depend on it. Type of products, company, target market, among others, are factors that highly influence the success of the system. In the case of Colombia, working with these types of tools is not only new for the company, but for the users as well; then, not only the company is learning from it. It is a process that must be followed hand-by-hand, by both users and manufacturers. Developing a system requires trial-and-error tests which will

provide insights to constantly improve in the application of the concept. Making a good usage and complete implementation of this strategy, might signify a huge competitive advantage compared to those companies that are not implementing it.

TABLE 1
Summary of main results from the web pages analysis

	RELEVANT CHARACTERISTICS TO TAKE INTO ACCOUNT
USER'S INVOLVEMENT	<ul style="list-style-type: none"> • To have a good range of options → Products to personalize, personalization options. • To have personalization alternatives like engraving and adding pictures. • To be able of re-placing product features like logos. • To be able of leaving out some options
GUIDANCE	<ul style="list-style-type: none"> • To see incentive phrases in the tool access → making easier to find the tool • To have several links to access the tool → making easier to find the tool • Make use of pre-establish steps in the personalization process → coherent progress in the process. • To have a short explanation for each option • To receive warnings and advices if necessary. i.e. Product ready to be bought • To have, if necessary, an assessor to guide them through the process • To have a clear explanation of what can be personalized, and what cannot. • To use a visible size font in the guidance text, not to extensive (easier to read • To have a clear product categorization. I.e. personalizable products, not personalizable products. • To have an accompanied process (guidance text during the process, not after.
PRODUCT VIEW	<ul style="list-style-type: none"> • To see how the product is being modified → Product and addition i.e. accessories • See the product from different views, even with the accessories and additions → 3D image if possible • To be allowed to see details in the product → Zoom – in as an option • To see the price next to the product. • To have a clear idea, visual one, about the product proportions and characteristics. • To have a good visualization of accessories and additions placed on the product • To have an available Picture of the final product on the purchase form. • To have a fast process while modifying the process, regarding the time that takes to upload the images.

RELEVANT CHARACTERISTICS TO TAKE INTO ACCOUNT	
USER'S INTERFACE	<p>Finding the tool</p> <ul style="list-style-type: none"> • To have different visible links to access the tool • Do not use Huge amount of text and images → more difficult to find the tool • To use twinkling, sparkling titles. <p>Visibility</p> <ul style="list-style-type: none"> • To use small visual spaces → avoid scrolling up and down • Use big and clear images <p>Configuration</p> <ul style="list-style-type: none"> • To open links as a new window • Make use of pre-establish steps in the personalization process → coherent progress in the process. • To have all personalization options together • To have good images quality → both, product and options • To make use of a relative fast tool. <p>Vocabulary</p> <ul style="list-style-type: none"> • To use an easy vocabulary, understandable for everybody • To use a minimum number of words → not extend texts. <p>Users interaction</p> <ul style="list-style-type: none"> • To have fun while working with it. • Interactive

6. LIMITATION AND FURTHER RESEARCH

Due to the time, only 20 interviews were performed. However, as each interview took more than 90 minutes, important and useful information was gathered. As this is a qualitative research, comments from only one person should be considered because it might correspond to a larger number of persons in a bigger scale. They could be significant and determine success or failure of a system.

No cultural differences were relevant for this study. It must be point out that factors such as gender, age, among other demographic factors, might influence the results. Thus, this would be a first insight about M.C. and further research must deeply explore these items.

Being this study based on the consumers, should not be a reason to exclude further user's researches on the subject. Consumers' perceptions vary from one product to another, from one city to another. It is recommended though using these found results as a basis for starting deeper examinations on the subjects and amplifying the information resources regarding Mass Customization.

REFERENCES

- BARDAKCI A. & WHITELOCK J. (2004). How ready are customers for mass customization? An exploratory investigation. *European Journal of Marketing*, Vol. 38, No 11/12, pp 1396-1416.
- BERGER, C. & PILLER, F. As co-designers. *IEE Manufacturing Engineer*. Aug-Sept, 2003.
- BLOM, J. (2000). Personalization: taxonomy. *Conference on Human Factors and Competing Systems*, pp. 313-314.
- BLOM, J. & MONK, A. (2003). Theory of personalization of appearance: Why users personalize their PCs and mobile phones. *Human Computer Interactions*, Vol. 18, pp. 193-228. Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- CASSIDY, T., & LYN, R. (1989). A multifactorial approach to achievement motivation: The development of a comprehensive measure. *Journal of Occupational Psychology*, 62, pp. 301-312.

- DAVIS, S. (1996). *Future Perfect*. Addison-Wesley, Boston, MA.
- FOX, S. (2001). Managing product personalization. *Engineering Management Journal*, pp 174-180
- FRANKE N. & PILLER F.T. (2003). Key research issues in user interaction with user toolkits in a mass customization system. *Int. J. Technology Management*, Vol 26, Nos. 5/6
- FRANKE N. & PILLER, F. (2004). Value creation by toolkits for user innovation and design: the case of the watch market. *Journal Product Innovation Management*, Vol 21, pp 401-415.
- GIRALDO, C. & VALENCIA, A.M. (2005). Product Personalization: Sharing Design Authority. *Delft University of technology*, The Netherlands.
- GIRALDO, C. & VALENCIA, A.M. (2006). Mass Customization: Analysis and Application on a Product for the Colombian Market. *EAFIT University*, Colombia.
- HART, C.W. (1996). Made to Order. *Marketing Management*, 5(2), 12-22.
- KARA, A. & KAYNAK, E. (1997). Markets of a single customer: exploiting conceptual developments in market segmentation. *European Journal of Marketing*, Vol. 31 No 11/12, pp. 873-895.
- KUBIAK, J. (1993). A joint venture in mass customization. *Planning Review*, July-August, pp. 25-26.
- LYNN M. & Harris J. (1997). The desire for unique consumer products: A new individual differences scale. *Psychology & Marketing* (Vol. 14, pp 601- 616) John Wiley & Sons, Inc.
- LONDOÑO, J.G., LLANO, M.C, MOLINA, Y.M., & VILLEGAS, G.L.(1999). Comportamiento del Consumidor Adulto Antioqueño. Perfiles del Consumidor en Medellín. *EAFIT University*, Colombia.
- LONDOÑO, J.G. Investigación comportamiento del Consumidor Antioqueño [slide] Valle del Aburrá, Module 1; text in Spanish [2004] 44 p.
- LONDOÑO, J.G., & Baby, J. (2005). Valor Percibido Por El Cliente (Vpc), Como Una Herramienta Para El Análisis Competitivo. *EAFIT University*, Colombia.
- MOFFAT, S. (1990). Japan's new personalized production. *Fortune*, Vol. 122 No 10, p.132
- MUGGE, R., SCHIFFERSTEIN, H.N.J., & SCHOORMANS, J.P.L. (2004). Personalizing Product Appearance: The effect on product attachment. *Delft University of technology*, The Netherlands.
- PINE, J.II (1993). Mass Customization. The Frontier in Business Competition. *Harvard Business School Press*, Boston, MA.
- SCHULTZ, S.E., KLEINE, R.E., & KERNAN. J.B. (1989). These are few of my favorite things: Toward an explication of attachment as a consumer behavior construct. *Advances in consumer research* (Vol. 16, pp 359- 366)
- Von Hippel, E. (2001). Perspective: user toolkits for innovation. *The Journal of Product Innovation Management*, Vol. 18, pp. 49-65.
- www.timbuk2.com/tb2/byob.t2
- www.factory121.com/index.ewl
- www.wealthwood.com/

DISEÑO Y DESARROLLO DE UN VEHÍCULO TIPO FURGÓN PARA LA DISTRIBUCIÓN DE PRODUCTOS A NIVEL URBANO DE LA COMPAÑÍA NACIONAL DE CHOCOLATES

AUTORES

JUAN DAVID GUERRERO QUINTERO
jguerrer@eafit.edu.co

HERNÁN DARÍO LÓPEZ HOLGUÍN
hlopezho@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
ENGENIEERING & PRODUCTION

RESUMEN

Este artículo presenta el proyecto de grado de dos estudiantes de ingeniería de diseño de producto, que consiste en el diseño de un vehículo tipo furgón para la distribución de los productos de la Compañía Nacional de Chocolates al canal tradicional o comúnmente conocido como tiendas de barrio. El proyecto surge de la necesidad del Departamento de Logística de esta empresa para mejorar aspectos relacionados con tiempos de entrega, salud ocupacional y la calidad de los productos a entregar.

A partir de un proceso de diseño en el que se utilizó, principalmente, la metodología de Nigel Cross, se identificaron los factores a mejorar, se generaron las especificaciones de diseño de producto, se generaron múltiples alternativas, se evaluaron, se seleccionó una de ellas y se desarrollaron los documentos necesarios para la construcción de un prototipo.

PALABRAS CLAVE

Furgón, distribución, transporte, salud ocupacional, tiempos de entrega, caldidad, prototipo

ABSTRACT

This article presents the final project of two Product Design Engineering students, which consist of the design and development of a Wagon-type vehicle for product distribution of the Compañía Nacional de Chocolates to the traditional channel, known as neighbor stores. The project emerges from the needs of the logistics department of the company to improve aspects related to delivery times, occupational health and product quality.

Starting with a design process that used mostly the Nigel Cross methodology, proceed to identify factors susceptible of improvement, generate multiple alternatives, evaluate them, select one of them and develop the documents nedded to the construction of a prototype.

KEY WORDS

Wagon, distribution, transport, occupational health, delivery times, quality, prototype.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la Compañía Nacional de Chocolates realiza la distribución tienda a tienda (canal tradicional) a nivel urbano de diversos productos, tanto suyos como de otras empresas. Esta distribución se realiza en varias ciudades de Colombia con diferentes condiciones climáticas, geográficas y de infraestructura vial. La Compañía hace la distribución a más de 124.000 tiendas en el territorio nacional, esto lo hace a través del personal llamado ayudante de ventas y por medio de vehículos tipo furgón los cuales no satisfacen totalmente las necesidades de la compañía debido a que generan una serie de inconvenientes.

ANTECEDENTES

Actualmente en el proceso de distribución se presentan problemas de salud ocupacional, tiempos de entrega extendidos y maltrato de los productos, dichos problemas están directamente relacionados con las características del furgón, su configuración, dimensiones, altura del espacio de almacenamiento, la forma de acceder al interior y la ubicación de los pedidos.

En el tema de salud ocupacional las incapacidades más comunes son causadas por lumbago, traumas en la cabeza y esguince de tobillo. En el 2004 en Medellín siete ayudantes de ventas de la Compañía Nacional de Chocolates se incapacitaron por accidentes en el furgón, esto generó 98 días de ausentismo laboral en dicho año. Durante el 2005 y el primer semestre del 2006, en todo el país se registraron 13 accidentes de trabajo ocasionando 344 días de incapacidad.

Acceso al furgón con posturas inadecuadas



En la parte de productividad, específicamente en los tiempos de descarga existe una gran demora en el acceso al furgón y en la búsqueda de los pedidos debido a su ubicación y las características del furgón actual. Para beneficio de la compañía el nuevo diseño de vehículo debe lograr disminuir estos tiempos para así poder entregar un mayor número de pedidos en el mismo periodo de tiempo.

En cuanto a la calidad de los productos, esta se ve afectada debido a que los pedidos se desplazan y reciben el peso de otros y en algunos casos del ayudante de ventas. Según datos del Departamento de Calidad de la Compañía, uno de los lugares donde más se maltrata la mercancía y los productos es en el interior del furgón repartidor. Esto genera devoluciones del producto, insatisfacción de los clientes y demoras en las entregas de los pedidos.

Ubicación de los pedidos en el furgón actual



Proceso conceptual de diseño

Luego de investigar e identificar los factores a mejorar se comenzó el proceso conceptual de diseño que se basó en la metodología propuesta por Nigel Cross en su libro métodos de diseño, en donde plantea una serie de etapas para desarrollar un producto que son las siguientes:

Clarificación de objetivos, establecimiento de funciones, fijación de requerimientos, determinación de características, generación de alternativas, evaluación de alternativas y mejora de detalles.

Estas etapas se cumplieron de una manera ordenada y secuencial, haciendo especial énfasis en la generación de alternativas, ideando múltiples ideas y explorando diversas soluciones a los problemas planteados. Finalmente se escogió una propuesta, se detalló y se analizó su comportamiento en cuanto a resistencia mecánica para encontrar el diseño más óptimo, es decir un diseño que resista las cargas aplicadas, pero que economice material y así costos de manufactura, siempre teniendo en cuenta el proceso productivo.

Producto final

El diseño escogido al final de todo este proceso es un furgón que se adapta perfectamente a las condiciones del proceso de distribución de la compañía.

Vista general del furgón



Este nuevo furgón está ensamblado a un camión Chevrolet NKR11 y cuenta con dos puertas posteriores corredizas que facilitan la carga de los pedidos al vehículo y permiten que el ayudante de ventas adopte una postura adecuada y natural en el momento de ingresar y cargar.

Puertas posteriores corredizas



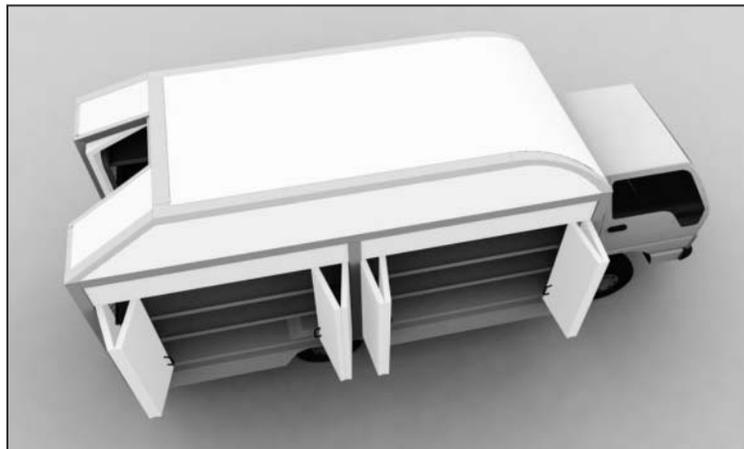
En el interior se ubica un corredor central que conduce a una serie de estanterías donde se hace la ubicación de los pedidos con el fin de conservar su calidad, esto se logra al evitar que se desplacen, que unos se apoyen encima de los otros o que el personal los pise.

Los laterales del furgón están divididos por puertas laterales plegables que permiten el acceso a los pedidos desde el exterior, suprimiendo la necesidad del ayudante de ventas de subirse al furgón (que actualmente realiza por lo menos 50 veces al día), así reduciendo el riesgo de lesiones y el agotamiento físico.

Al abrir dichas puertas se encuentra la estantería con los pedidos ubicados de una manera ordenada, permitiendo la correcta visualización del número del pedido y así reduciendo el tiempo de descargue. La altura de las bandejas de la estantería esta pensada para que el usuario tome una postura correcta en el momento de levantar un paquete o caja pesada, sin darle la opción de agacharse, de esta forma disminuyendo la enfermedad laboral del lumbago.

El furgón cuenta con una estructura en acero que soporta las paredes compuestas por resina reforzada con fibra de vidrio y espuma de poliuretano para garantizar un aislamiento térmico y conservar la consistencia de los productos.

Puertas laterales plegables y estantería



CONCLUSIONES

Se logró identificar los factores problemáticos del proceso actual de distribución de la Compañía Nacional de Chocolates en su canal tradicional. Se demuestra la efectividad de las metodologías de diseño aplicadas a situaciones reales para definir y profundizar en los factores que afectan el desarrollo óptimo de un proceso determinado. Igualmente se concluye que un trabajo conjunto entre los Ingenieros de Diseño de Producto y las personas o entidades que presentan una situación susceptible de ser mejorada, arroja como resultado productos que pueden mejorar la vida y el trabajo de las personas. Por último, el proyecto sienta un precedente importante en la Ingeniería de Diseño de Producto, demostrando que se pueden desarrollar proyectos en importantes compañías, las cuales no necesariamente se dedican a la manufactura de objetos propios de diseño. A pesar de que la Compañía Nacional de Chocolates se dedica a la producción de alimentos, se logró identificar un proceso en el cual la Ingeniería de Diseño tiene total pertinencia.

BIBLIOGRAFÍA

- BALLOU H., Ronald. Business Logistics Management. New Jersey: Ed. Prentice Hall; 1999.
- COYLE J., Bardi E., Novack R. Transportation. Ohio: Ed. Thomson-South Western; 2006.
- CROSS, Nigel Métodos de Diseño, estrategias para el diseño de productos. México D. F.: Limusa/Wiley; 1995.
- PUGH, Stuart. Total Design. Harlow UK: Addison Wesley, 1991.
- ESTRADA, Jairo. Ergonomía, segunda edición. Medellín: Ed. Universidad de Antioquia; 2000
- PANERO, J., Zelnik, M. Las dimensiones humanas en los espacios interiores. México D.F.: Ed. G. Gili; 1984.

S.I.M.O (SISTEMA MODULAR PARA EL TRANSPORTE DE MINI-CARROZAS)

AUTORES

LUIS FERNANDO VÉLEZ VANEGAS
DIEGO ARMANDO PORTILLA
MONTENEGRO.

ÁREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

El Carnaval de Negros y Blancos de la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño – Colombia y la investigación realizada a los sistemas móviles utilizados por los artesanos de mini carrozas durante el desfile. Para su posterior rediseño, teniendo en cuenta los requerimientos planteados en las Especificaciones de Diseño del Producto (PDS) y las necesidades de los artesanos. El diseño del sistema móvil se basó teniendo en cuenta aspectos como: modularidad y adaptabilidad que debería tener el producto de acuerdo con las dimensiones de las composiciones escultóricas de los artesanos dentro de la mini carroza.

PALABRAS CLAVES

Marco: Es la estructura que delimita los lados de cada uno de los módulos y las dimensiones de la plataforma sobre la cual se apoya todo el peso de la mini carroza.

Módulo: Lo conforman los marcos que al ensamblarse entre sí generan una dimensión específica de la mini carroza, es decir, 2 x 2mts, 2 x 4mts, 4 x 4mts y 4 x 6mts.

Plataforma: Es la dimensión máxima que puede alcanzar la mini carroza y que es de 4 x 6mts.

Composiciones escultóricas: Figuras o esculturas hechas por los artesanos en materiales como papel mache, madera, barro, icopor, entre otros. Recrean un mito, una leyenda o un acontecimiento y son dispuestas sobre la mini carroza.

PDS (Especificaciones de Diseño de Producto): Documento que considera los aspectos y características más importantes del diseño para convertirlos en requerimientos técnicos para el proyecto. Entre los aspectos que se consideran en el PDS se encuentran: Mantenimiento, peso, tamaño, ergonomía, seguridad, desempeño.

Sistema Móvil: Es el conjunto que incluye todos los mecanismos de dirección y suspensión que accionan el movimiento de la mini carroza.

Mini carrozas: También llamada carroza no motorizada de tracción manual, son muy artesanales y medianamente pequeñas comparadas con las carrozas, el chasis y el sistema de dirección es fabricado completamente por los artesanos.

Carrozas: También llamada carroza colectiva coreográfica que es montada técnicamente sobre un tractor que ha sido previamente modificado por los artesanos, las dimensiones de la carroza son mayores respecto a la mini carroza.

SUMMARY OF THE CONTENT

El Carnaval de Negros y Blancos of the city of San Juan de Pasto, Nariño - Colombia and the investigation made to the movable systems used by the craftsmen of mini floats during the parade. For its later redesign, considering the requirements raised in the Product Design Specifications (PDS) and the necessities of the craftsmen. The design of the movable system was based having on account aspects like: modularity and adaptability that must have the product in agreement with the dimensions of the sculptures compositions of the craftsmen within the mini float.

KEY WORDS

Frame: It is the structure that delimits the sides of each one of the modules and the dimensions of the platform on which all the weight of the mini float leans.

Module: They conform the marks that when assembling itself to each other generate a dimension specific of the mini float, that is to say, 2 xs 2mts, 2 xs 4mts, 4 xs 4mts and 4 x 6mts.

Platform: It is the Maxima dimension that can reach the mini float and that is of 4 xs 6mts.

Sculptures compositions: Figures or sculptures done by the craftsmen in materials like paper, wood, mud, among others. They recreate a myth, a legend or an event and are arranged on the mini float.

PDS (Product Design Specifications): Document that considers the aspects and characteristics more important of the design to turn them technical requirements for the project. Between the aspects that are considered in the PDS they find: Maintenance, weight, size, ergonomics, security, performance.

Movable System: It is the set that include all the control mechanisms and suspension that drive the movement of the mini float.

Mini floats: Also call float nonmotorized of manual traction, is very artisan and moderately small compared with the floats, the chassis and the system of direction it is made completely by the craftsmen.

Floats: Also call choreographic collective float that is mounted technically on a tractor that previously has been modified by the craftsmen, the dimensions of the float are greater with respect to the mini float.

INTRODUCCIÓN

El Carnaval de Negros y Blancos se realiza en la ciudad de San Juan de Pasto, Nariño (Colombia) desde el 28 de diciembre al 7 de enero, en él se evidencia solidaridad y organización expresada a través de la música, la danza, la pantomima, la sátira, la poesía oral, el teatro callejero y la artesanía, su auténtica forma de ser, de concebir al mundo, de relacionarse con el otro. El Carnaval es una celebración de alegría colectiva que muestra el ingenio, creatividad y carácter lúdico de quienes en él participan.

Tomando en cuenta esto y el significado social de este Carnaval, se observó que el mayor aporte del Ingeniero de Diseño de Producto lo podía hacer en el evento más importante del carnaval, el desfile de mini carrozas y carrozas que se realiza el 6 de enero. El rol que desempeñaría se centraba en dar a conocer las bondades, facilidades de producción, seguridad, entre otras, que un buen producto puede generar en esta clase de eventos, centrándose en las necesidades del artesano de mini carrozas y en los requerimientos técnicos del producto.

Por esta razón los Ingenieros de Diseño de Producto desarrollaron un sistema móvil de transporte que facilita la construcción y armado del chasis de las mini carrozas del Carnaval.

El Carnaval

El Carnaval de Negros y Blancos tiene origen en la cultura indígena que está mezclada con expresiones españolas y africanas, dando lugar a una gran manifestación de danzas, música, poesía y celebraciones religiosas. En estas manifestaciones se narran mitos y leyendas que han existido a lo largo de la cultura nariñense y que fueron divulgadas por el mismo pueblo; vestidos de colores vistosos y guiados por el color negro que representaba al cacique, miembro principal de la fiesta andina. La cultura hispana aporta instrumentos musicales como la chirimía, principios en el teatro regional y autos sacramentales que originarían la aparición de los carros alegóricos que se convertirían más tarde en las carrozas; denominadas posteriormente la más grande expresión del arte popular en el Carnaval de Negros y Blancos.

Desfile 6 de enero 1909
Fotografía (Museo del carnaval)



Los artesanos comenzaron a desarrollar las carrozas o autos alegóricos en el carnaval en 1909 donde plasmaban todo su ingenio y capacidad de trabajo manual con pequeñas esculturas de papel colocadas sobre autos de la época, actividad que pasará a convertirse con el tiempo en el centro de una expresión cargada de gran significación social.

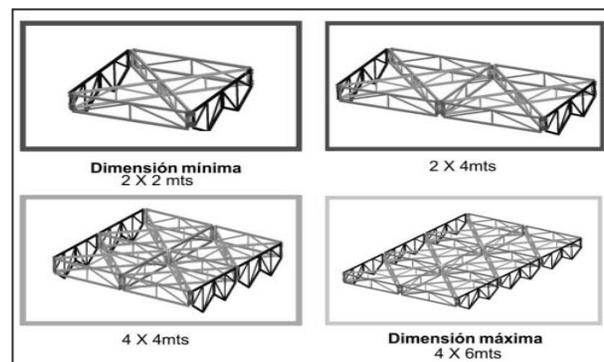
Resultados de las investigaciones a los sistemas móviles

De acuerdo con las investigaciones realizadas a los sistemas móviles de transporte que utilizan actualmente los artesanos de mini carrozas durante el desfile, se observó que cada una de las mini carrozas son construidas a mano por artesanos de gran prestigio de Ipiales o Pasto. Estos sistemas con el tiempo han mejorado sustancialmente gracias al apoyo del departamento se ha convertido en un evento que fomenta el turismo en Colombia, sin embargo, pese a los avances en la construcción de estos artefactos en los últimos años se ha visto un estancamiento debido en parte a los poca disponibilidad de una adecuada infraestructura para los montajes además la falta de recursos económicos, razón por la cual en algunas ocasiones los materiales con los que se construye un chasis no son los adecuados, utilizando madera y material de chatarra que no se encuentra en buenas condiciones lo que ocasiona retiro de la mini carroza antes y durante el desfile.

El municipio de Pasto está muy interesado en invertir en todo lo que pueda aportar positivamente al evento y para esto es necesario convertirlo no sólo en un evento que refleje el talento nariñense, sino que pueda ser presentado en cualquier parte del mundo, y para esto se necesita unificar ciertos parámetros para la construcción de las mini carrozas para hacerlas competir en igualdad de condiciones y se vean uniformemente atractivas.

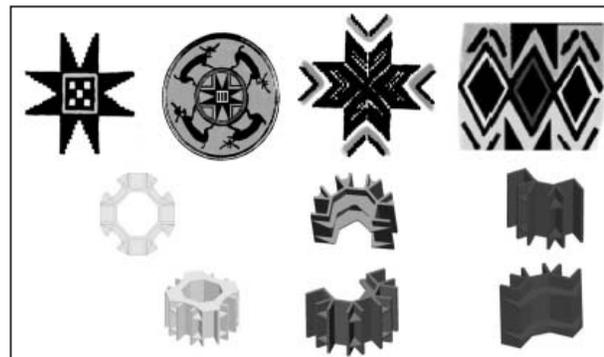
El diseño de la Plataforma Móvil

Diagrama de las dimensiones alcanzadas en el diseño de la plataforma

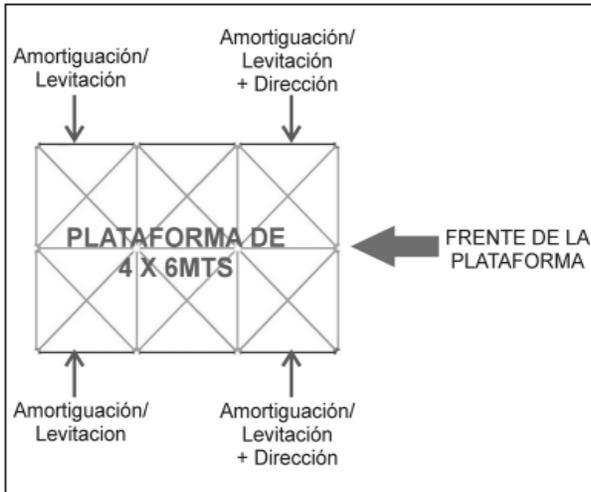


Bajo este concepto de uniformidad, el diseño de la plataforma móvil para las mini carrozas se desarrolló teniendo en cuenta ciertos aspectos y características extraídas de los requerimientos de diseño del proyecto y las necesidades del usuario, una de estas necesidades era de permitir que la plataforma pudiera ser ensamblada y desensamblada cada vez que el artesano lo requiriera, además que el diseño de la plataforma pudiera modificarse dentro de unas medidas específicas; para el caso del proyecto se estimó de unos 4 x 6mts como máximo.

Diagrama de los patrones que sirvieron como base para el diseño de los acoples de la plataforma



El planteamiento del diseño de los acoples y otros elementos está basado en el concepto de modularidad y retoma algunas figuras del arte precolombino y símbolos relacionados con la cultura nariñense para crear piezas de fácil recordación por parte de los usuarios.



El diseño de los mecanismos se realizó con base en los trenes de aterrizaje de los aviones ya que por medio de este mecanismo se logra más estabilidad, adaptabilidad al terreno y logra ahorrar espacio en la plataforma. El movimiento de la mini carroza es accionada mediante la fuerza del usuario, por lo que fue necesario agregar un sistema de dirección accionado por guayas para darle giro a las ruedas. Con base en las necesidades del usuario, a la plataforma para mini carroza se le adicionó un sistema de levitación accionado por pistones acoplados a un compresor, que permite que la estructura permanezca sobre el piso durante el tiempo que los artesanos requieran para disponer sus figuras para después ser levantada para el desfile.

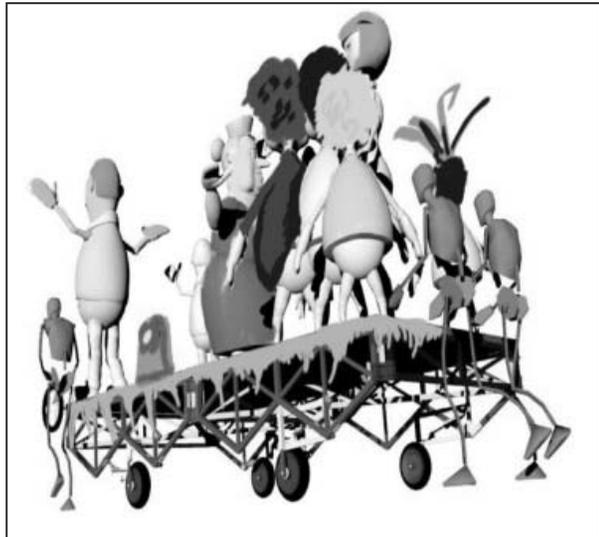
Fotos del prototipo (acoples, estructura y mecanismo de suspensión levitación)



El Prototipo

Actualmente el prototipo se está construyendo en la ciudad de San Juan de Pasto, tanto el diseño como el prototipo que resultó será presentado directamente en la oficina de la corporación encargada de la logística y organización del Carnaval de Negros y Blancos, la idea del proyecto es que el municipio dote a los artesanos con este sistema de transporte con el fin que los artesanos monten sus composiciones escultóricas sobre el chasis desarrollado para las mini carrozas.

Figura de la plataforma y las composiciones escultóricas



Como características el chasis tendrá un diseño de ingeniería, manejo de partes estándar, repuestos, y un diseño que unifique todas las carrozas, además resuelve problemas de dirección y suspensión que algunas de las mini carrozas actuales poseen.

CONCLUSIONES

- Debido a las investigaciones realizadas se concluye que el tamaño más apropiado para la construcción de mini-carrozas es de 4 x 6 metros ya que esta es una proporción adecuada entre ancho y largo. Este espacio es el adecuado para exhibir las composiciones escultóricas de los artesanos.
- El desarrollo de productos que ayuden al mejoramiento, puede servir como inicio para el desarrollo y mejoramiento de las mini-carrozas en el desfile.
- Este producto mejora aspectos como: Seguridad, instalación, transporte y desempeño, como un avance en la tecnificación de las mini-carrozas del Carnaval de Negros y Blancos, estos aspectos se mejoraron, ya que se tuvo presente en el desarrollo del proyecto las especificaciones de diseño (PDS) y las necesidades extraídas de los usuarios durante las investigaciones.
- Teniendo en cuenta el ensamble de sus partes y componentes se diseñó los marcos y acoples pensando en el fácil manejo por parte del usuario para hacer de ésta una propuesta versátil y fácil de comprender.

BIBLIOGRAFÍA

GÁLVEZ, Cabrera (2000). Cultura y Carnaval. San Juan de Pasto: Fondo Mixto de Cultura de Nariño. 153 p.

TurisColombia. Colombia ferias y fiestas. [Página de Internet]. http://www.turiscolumbia.andes.com/ferias_festivales_fiestas_colombia.html. (consulta: marzo de 2006).

ARTOBOLEVSKI (1982). Mecanismos en la técnica moderna: mecanismos de palancas. Moscú: Editorial MIR. 500 p.

CREACIÓN DE UNA EMPRESA PARA EL DISEÑO, DESARROLLO Y COMERCIALIZACIÓN DE MÓDULOS PARA PARQUES INFANTILES CON CONCEPTO EXTREMO EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

AUTORES

JUAN PABLO ARANGO SANÍN
MARY LUZ RODRÍGUEZ LONDOÑO
MABEL ANDREA SALAZAR G.

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

El mundo actual se enfrenta a una sociedad en constante cambio y que exige nuevas alternativas para sus estilos de vida en busca de una diferenciación individual, es por esta tendencia que el mercado tiene la necesidad de estar en una búsqueda permanente de nuevos productos que no solo satisfagan sus expectativas, si no que también permitan que estas sean superadas ampliamente.

Lo anterior unido a la necesidad de las personas de nuevos espacios de esparcimiento que contrarresten el ritmo de vida acelerado que actualmente esta presente en la cultura, conlleva a la creación de alternativas que favorezcan el desarrollo de la sociedad a través de la utilización de espacios innovadores.

Son estas situaciones las que justifican el desarrollo de nuevas alternativas para parques infantiles, con los cuales se podrá contar con un lugar para el sano esparcimiento de las familias al mismo tiempo que los niños desarrollan sus habilidades físicas y emocionales al poder interactuar y competir con otros niños, experimentando sensaciones más fuertes gracias al concepto extremo de los Módulos Infantiles.

Su adecuación estará pensada de acuerdo a cada lugar donde sean instalados con lo que se busca un embellecimiento del entorno y que Medellín este a la altura de las grandes capitales del mundo por su aporte al concepto urbano.

El objetivo principal del proyecto es constituir una empresa para el sector privado dedicada al diseño, desarrollo y comercialización de módulos para parques infantiles con concepto extremo y a la vez urbano, con proyección nacional e internacional pero iniciando en la ciudad de Medellín.

El proyecto comprende los pasos que fueron realizados para la constitución una empresa dedicada al desarrollo de Módulos Infantiles con concepto extremo, dando respuesta a un planteamiento inicial de las materias Proyecto 7 y Proyecto 8, en donde fue construido un Módulo infantil a escala real y al cual le fueron realizadas diferentes pruebas como de resistencia y de usuario, encontrando resultados positivos en cada una de ellas. Para este proceso se tuvo en cuenta una serie de actividades que eran necesarias para un planteamiento coherente de la nueva empresa.

El proceso para el diseño de los diferentes submódulos que conforman el portafolio de productos de la empresa TROPODOX Ltda. está basado en la definición de etapas que conllevan a la satisfacción de las necesidades del cliente, estas etapas están

constituidas por la exploración de situación de diseño, búsqueda de ideas, exploración de la estructura del problema y evaluación de alternativas.

Cada una de las etapas que comprenden el proceso de diseño de productos de TROPODOX Ltda. tiene un elemento intermedio en cada una de ellas y es una retroalimentación, en la cual se define si la etapa fue realizada correctamente para continuar con la siguiente y si se requiere realizar una acción correctiva para evitar inconvenientes futuros.

Una vez definidas cada una de estas etapas, se tiene en cuenta la importancia que el cliente toma para el éxito de una empresa en cuanto a la aceptación de los productos ofrecidos por la misma, es por esto, que cómo herramienta para la generación de ideas en el proceso de diseño de los nuevos productos que conforman el portafolio de la empresa, se creó un concepto de Interacción con los clientes, el cuál básicamente es un primer acercamiento entre el equipo de diseño y la persona responsable de la toma de decisiones que tienen que ver con la diversión, el entretenimiento y en general zonas de juegos.

Este proceso de interacción con el cliente definió gran parte del proyecto, en donde se ponía a prueba la aceptación del mismo y donde se reconocían las necesidades del cliente para lograr su satisfacción, para ello se hace una presentación preliminar de ideas iniciales desarrolladas con base a un estudio de mercado realizado previamente y dichas ideas son plasmadas en bocetos, con el fin de recoger opiniones valiosas sobre las cuales el equipo de diseño se apoya para la definición de otros submódulos, los cuáles serán contenidos en el portafolio de productos.

Es muy importante tener claro que lo que se busca con esta interacción con el cliente es tener información real de lo que él quiere, ya que si el cliente entiende este ejercicio cómo si se le estuviera vendiendo, puede resultar contraproducente para el proyecto porque puede sesgar la información y tratar de enfocarse en dar razones para no comprar el módulo en caso de que no tenga ningún interés.

Para esta etapa se seleccionaron tres segmentos de mercado, hacia donde inicialmente se enfocará

la empresa TROPODOX Ltda., estos son: Segmento de restaurantes, entretenimiento y construcción, se elaboró una base de datos con los datos básicos de cada uno de los posibles clientes de cada segmento de mercado.

Los clientes fueron escogidos bajo los dos siguientes criterios que están directamente relacionados con la función o producto ofrecido por la empresa:

- Si el juego para los niños es uno de los ofrecimientos para los usuarios que frecuentan el lugar.
- Que el espacio destinado como área de juego para los niños este protegido del uso inadecuado, ya sea encerrado o con vigilancia permanente, lo importante es que esté seguro del vandalismo.

Después de generar una base de datos con todos los clientes se contactan las personas que se consideran tienen mayor poder de decisión en el tema de parques y juegos dentro del establecimiento o urbanización, es decir, que estén directamente relacionados con el proceso de compra de módulos infantiles o que simplemente tengan conocimiento sobre los tipos de juegos y las exigencias del mercado con respecto a juegos infantiles.

Debe quedar claro desde que se solicita la primera cita con la persona contactada, que el objetivo de la reunión no es vender el Módulo Infantil sino retroalimentar y tomar ideas desde su punto de vista para complementar el diseño con una óptica real.

Es importante antes de llegar a la primera reunión con el cliente recolectar información básica sobre lo que hace su empresa, cuál es su negocio, quién es el gerente y en general datos que puedan ser importantes para el proyecto.

Una vez en la reunión el proceso es el siguiente:

- Hacer una breve presentación del equipo de trabajo, del proyecto que se está realizando, lo que se quiere y una breve presentación de la historia del Módulo infantil.
- Hacer una exposición de las ideas preliminares, hechas con base a estudios de mercado realizados en la primera etapa de evaluación del proyecto.

- Tomar nota de cualquier comentario que haga el cliente sobre los submódulos presentados.
- Rayar con el cliente posibles propuestas, y hacer una buena cantidad de nuevas ideas en el tiempo de ésta primera reunión, con el fin de detectar lo que realmente el cliente desearía tener.
- Aprovechar esta retroalimentación para generar nuevas ideas, que posteriormente serán expuestas en el portafolio de productos ya sea al mismo cliente o a otro diferente.

Hechos estos cinco pasos podría decirse que se tiene una primera etapa llamada Generación de ideas y una herramienta para la continuación del proceso de creación de empresa, teniendo en cuenta que estas ideas han surgido de deseos y exigencias reales de clientes de diferentes segmentos de mercado.

Una vez terminado este primer encuentro con el cliente, se procede a la realización de un formato de consignación de información recolectada, este es un formato estándar para todos los clientes en donde no solo se almacenan los datos de estos si no que también se dejan por escrito las sugerencias y aspectos positivos encontrados en las ideas preliminares. La idea que se tiene con estos formatos es que esta información se vaya cruzando con las demás reuniones y sacar aspectos comunes para su posterior evaluación y toma de acciones correctivas en caso de ser necesarias.

En el momento en que las ideas iniciales han sido perfeccionadas o mejoradas con la ayuda de los clientes se procede a una nueva visita a estos mismos, con el fin de realizar una retroalimentación de la información suministrada inicialmente y hacer una evaluación de las nuevas soluciones propuestas. Teniendo en cuenta la retroalimentación hecha con los clientes, los submódulos definidos para la conformación del portafolio de productos de la empresa, fueron agrupados de acuerdo con la función que cumplen en cuanto a la actividad que el niño debe realizar, estos grupos permiten tener mas claridad al cliente en cuanto a los productos ofrecidos.

Como punto importante en el proceso de venta de los juegos está que el cliente puede definir de acuerdo con sus preferencias el módulo a instalar, todo esto bajo la asesoría del equipo de diseño quien le orientará sobre cuales de los submódulos queda mejor en su espacio y cuales son las dimensiones que se ajustan a sus necesidades.

Para TROPODOX Ltda. es de gran importancia la información suministrada por los clientes contactados, ya que es esto unido a las expectativas del usuario final que para el caso son los niños de 4 a 9 años lo que verdaderamente define los requerimientos para los productos ofrecidos por la empresa, asegurando que estos tengan un nivel alto de aceptación en el medio.

Los usuarios finales de los módulos fueron estudiados detalladamente en la etapa previa a la constitución de la empresa, lo que le permitió a esta tener un mejor conocimiento de las expectativas de los niños y con ello definir las ideas iniciales que serían presentadas a los clientes contactados.

Brevemente los niños definidos como usuarios de los módulos infantiles, son niños que siempre están en búsqueda de actividad, hacen parte de una nueva generación la cual es denominada Niños Índigo, son definidos como personas hiperactivas a los que les gusta la realización de actividades diferentes y que les genere sensaciones nuevas.

Definición del producto ofrecido por TROPODOX Ltda.

Los Módulos Infantiles ofrecidos por TROPODOX Ltda. son alternativas de juegos con concepto extremo que buscan satisfacer las necesidades actuales de los niños de sentir emociones diferentes durante el juego y que contribuyan a su desarrollo integral, al tiempo que generen a los clientes una mayor participación en el mercado al cual pertenecen.

El portafolio de productos con el que cuenta la empresa está compuesto por alternativas de juego llamadas submódulos, estos permiten que diferentes funciones sean desempeñadas por los niños, tales como, saltar, trepar, girar, escalar, equilibrar y deslizar, permitiendo el desarrollo físico, emocional y motriz de ellos al tiempo que proporcionan un espacio para la diversión.

Cada una de las alternativas de submódulos otorga a los niños el desarrollo de diferentes habilidades físico y sico-motrices, garantizando llegar adecuadamente a los usuarios finales directos e indirectos de los Módulos infantiles quienes son los niños y los padres de ellos respectivamente, otorgando mayor aceptación por parte de estos hacia los lugares en que esté instalado el Módulo Infantil.

Estos submódulos permiten ser mezclados entre sí para dar origen al Módulo Infantil, en donde es el cliente quien define cuales de estas alternativas desea que componga el Módulo final a instalar, esto teniendo en cuenta que cada alternativa de juego parte de una estructura central que le da al niño la posibilidad de llegar a un punto fijo mientras toma la decisión de continuar con otro juego, para esta alternativa de centrales la empresa ofrece tres diferentes diseños que permiten ajustarse adecuadamente a los gustos y preferencias de los clientes.

Los Módulos Infantiles ofrecidos por TROPODOX Ltda. otorgan flexibilidad en dimensiones, permitiendo adecuarlos a espacios pequeños y grandes, dan al cliente la posibilidad de selección de submódulos para conformar el Módulo principal basados en sus preferencias o en la asesoría brindada por la empresa.

La asesoría en la selección de Módulos infantiles consiste en una evaluación por parte de la empresa del lugar en el cual será instalado, en cuanto a dimensiones, estructura del lugar, concepto manejado por el cliente, teniendo en cuenta estos aspectos, TROPODOX Ltda. realiza una propuesta de Módulo Infantil coherente con el lugar de instalación del módulo y que busque la satisfacción de las necesidades del cliente quien podrá decidir si tomar el Módulo propuesto o realizar el mismo de acuerdo con sus preferencias la elección de los submódulos.

Los Módulos Infantiles presentan innovación en sus formas de acuerdo con las alternativas que actualmente se encuentran en el medio, adicionalmente, se manejan un nuevo concepto que cada día toma mas fuerza en la sociedad y es el de ser extremos, proporcionando no solo ventajas al cliente en cuanto a soluciones innovadoras si no también al usuario final quien tendrá la posibilidad de enfrentar emociones diferentes, estas características se convierten en una ventaja frente a la competencia, permitiendo ingresar al mercado con mayor fuerza.

Sin embargo, aunque se tenga un buen producto y que por estudios realizados tenga una alta aceptación en el medio, se requiere una adecuada definición de la empresa que le de la organización necesaria para ejecutar todas las funciones correspondientes en forma coherente y con propósitos claros; es por esto que el siguiente paso fue este, definir la empresa en cuento a áreas que la conforman las cuales serán

dirigidas por el equipo de trabajo con amplias posibilidades de expansión a otras áreas tan pronto como la empresa sea consolidada sobre una base más firme que defina unos lineamientos para TROPODOX Ltda.

Es importante además tener claridad en qué posición se encuentra la empresa con relación al producto ofrecido y a la competencia que tiene que enfrentar, esto para el establecimiento de estrategias de mercadeo y de lanzamiento adecuadas que garanticen el éxito de la empresa en el mercado.

Es a partir del análisis de la competencia y de los factores internos a la empresa, que se puede determinar el análisis de debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas (DOFA) de la empresa para el posterior planteamiento de los objetivos y estrategias que darán cumplimiento a ellos, teniendo en cuenta la posición que se tiene frente a la compendia.

Las estrategias diseñadas para una posterior implementación de las mismas, permiten determinar cuales son las actividades principales que deberá tener en cuenta la empresa para alcanzar un reconocimiento en el medio atendiendo los requerimientos del cliente que fueron detectados en el proceso de desarrollo de ideas a través de la interacción con el cliente.

Estas estrategias, antes de proceder con la implementación de las mismas, deben ser evaluadas con una escala de calificación en la que se incluyen la inversión necesaria para su realización y los ingresos que con cada una de ellas se obtenga, una vez calificado se establecen cuales de las estrategias son a largo plazo y cuales a corto plazo, para luego de acuerdo con la calificación asignada a cada una de ellas escoger las principales y que se consideren mas necesarias para una rápida implementación, considerando que son las seleccionadas las que le traerán mayor rentabilidad a la empresa y reconocimiento de la misma en el medio.

Una vez que la empresa y sus estrategias de mercadeo y de lanzamiento estén definidas, como continuación del proceso de creación de la empresa TROPODOX Ltda. es fundamental tener claros aspectos de tipo técnico que intervienen de manera directa con el producto a ofrecer, como es el caso de los materiales, sistemas de producción, proveedores, manejo de insumos y materia prima, estrategias de calidad y estrategias a futuro en lo que a lo productivo se refiere.

La construcción de los productos serán realizados a través de la subcontratación de procesos, esto teniendo en cuenta los recursos y la capacidad de endeudamiento del equipo de diseño, para ello fueron seleccionados un grupo de proveedores de insumos, materia prima y procesos de manufactura, además del transporte y la instalación de los Módulos Infantiles.

Los procesos de transformación de los materiales necesarios para la construcción de los productos son sencillos y fáciles de conseguir en el medio, lo que permite tener mayor flexibilidad en los procesos de subcontratación y desaparecer la dependencia de un cierto grupo de proveedores, ya que no se requieren procesos de transformación especializados, ni mano de obra altamente calificada, son procesos muy convencionales.

Es importante tener claridad en la relación entre los submódulos, componentes y procesos de transformación y de esta manera poder garantizar que se conserven los lineamientos de diseño del producto, planteados por el equipo de diseño. Es importante además tener una lista de posibles proveedores y sus características para definir con estos puntos las variables que deben tener en cuenta al momento de diseñar y fabricar los Módulos de Parques Infantiles.

El precio de venta de los diferentes submódulos fueron establecidos a través de un estudio de costos de cada uno de los

submódulos y definido un porcentaje de utilidades, lo que da origen a un análisis financiero que muestra la recuperación de la inversión al cabo de 5 años y para ello fue necesario estimar las ventas anuales que fueron calculadas de acuerdo a las estrategias de lanzamiento propuestas en el plan de mercadeo.

Todo este proceso de constitución de empresa conlleva a un resultado tangible el cual es la construcción del prototipo el cual se llevó a cabo con el apoyo de una empresa del sector de construcción de parques infantiles, satisfaciendo los requerimientos del restaurante la mayoría como posible cliente de TROPODOX Ltda.

Para complementar el proceso de creación de empresa se obtuvo el Registro Único Tributario (RUT), como Persona Natural ante la DIAN.

La constitución de una empresa para el desarrollo y comercialización de parques infantiles es de gran importancia para la carrera Ingeniería de Diseño de Producto, ya que incentiva a sus estudiantes a que a través de su creatividad desarrollen nuevos productos para la creación de empresas que favorecerán el crecimiento económico y tecnológico del país, esto es coherente con la tendencia que actualmente tiene la universidad de formar estudiantes emprendedores y con iniciativas creativas, y este trabajo es un ejemplo que da respuesta a este llamado.

DESARROLLO DE DOS NUEVOS PRODUCTOS PARA LA LÍNEA HOGAR DE PLÁSTICOS TRUHER S.A.

AUTORAS

SILVANA LERZUNDY HENAO
slerzund@eafit.edu.co

CAROLINA SIERRA GARCÍA
csierrag@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

Este proyecto de diseño parte de la necesidad de la empresa Plásticos Truher S.A., de ampliar su portafolio de productos para penetrar con más fuerza el sector de la línea hogar. El objetivo es diseñar dos nuevos productos utilizando una metodología basada en el análisis de mercados a un segmento específico, que defina especificaciones de diseño para crearlos, y que valide las propuestas de producto realizadas. A partir de esto, se crearán varias alternativas, que serán evaluadas con herramientas de selección, y así determinar los productos elegidos. Las propuestas ganadoras se someten a un proceso de diseño de detalle, donde se especifican las características de cada uno y su justificación. Estos diseños son aprobados por la gerencia de la compañía, y al final los modelos funcionales son sometidos a pruebas de usuario para validar el diseño. La metodología implementada servirá de guía para la empresa al momento de llevar a cabo nuevos desarrollos.

PALABRAS CLAVE

Línea Hogar, Metodología, Análisis de Mercados, Segmento Específico, Especificaciones de Diseño, Herramientas de Selección, Diseño de Detalle, Modelos Funcionales, Pruebas de Usuario.

ABSTRACT

The project is developed do to the necessity of expansion of portfolio, of PLASTICOS TRUHER S.A., based on the need to penetrate with more force in other market sectors, like home lines. The objective of this project is to design two new products utilizing the methodology based on market analysis, focused on a specific market segment. With the information acquired from this analysis the design specifications will be defined and the design proposals will be validated. In the next step, different alternatives will be created. These alternatives will be evaluated using alternative selection tools to determine the elected product. The wining proposals will have to go through a detailed design process, where characteristic specifications and justification are evaluated. These designs are then approved by general management of the company. The approved designs are then validated in final user tests. In conclusion the implemented methodology will serve as a guide for the company in further developments.

KEY WORDS

Home lines, Methodology, Market Analysis, Specific Market Segment, Design Specifications, Alternative Selection Tools, Detailed Design Process, Final User Tests.

1. INTRODUCCIÓN

La empresa Plásticos Truher S.A, en la actualidad está interesada en penetrar con nuevos productos en el mercado de la línea hogar.

Partiendo de este antecedente, se llevó a cabo este proyecto, en el cual se desarrolló dos nuevas propuestas de diseño para línea hogar de la empresa, basados en los resultados de una investigación de mercados donde se identificó necesidades y preferencias del usuario y que se tradujeron en especificaciones de diseño. Estos productos serán parte del portafolio que la compañía esta empezando a formar.

Como fase inicial, se realizó un análisis de mercados, donde se definió claramente el segmento elegido y las características encontradas.

La segunda fase del proyecto implicó la interpretación de los resultados en requerimientos de diseño.

En la tercera fase se realizó el diseño conceptual, en el cual se crearon varios nuevos productos que luego se seleccionaron aquellos que fueron los más viables para la compañía, por medio de herramientas sugeridas por autores expertos en procesos de diseño. De este proceso de selección se obtuvieron los dos nuevos productos que se desarrollaron, y que a la vez fueron aprobados por la gerencia.

En este punto es donde se comenzó el diseño de detalle de cada producto, pasando a la cuarta fase del proyecto. Aquí se desarrolló el diseño para el ensamble y la manufactura.

La fase final fue la construcción del modelo funcional y las pruebas de usuario, con las que se validaron los nuevos diseños.

Al final del proyecto se tuvo como resultado el diseño de dos nuevos productos, basados en necesidades y requerimientos reales de un segmento elegido. Se entregará a la empresa el proceso de diseño necesario para un nuevo proyecto, y estará listo para continuar con su proceso de fabricación. La etapa siguiente sería el diseño y fabricación del molde.

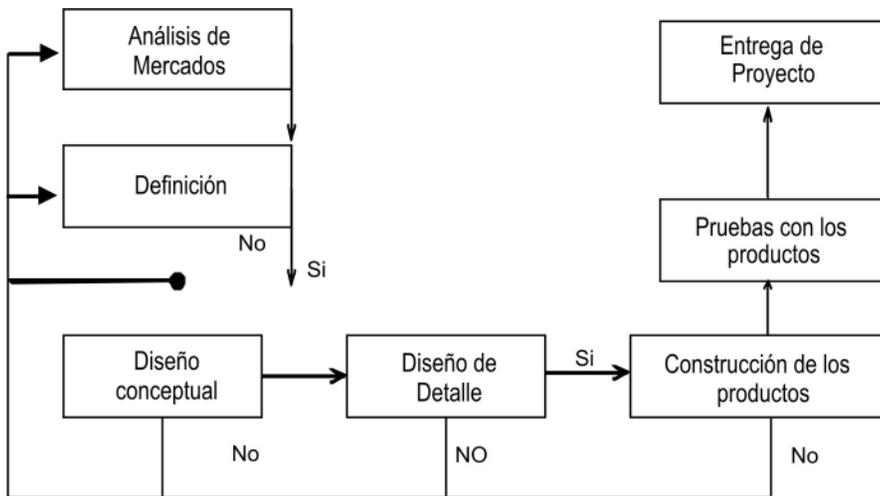
La empresa podrá visualizar los nuevos productos en los modelos funcionales, y podrá hacer uso de toda la información recolectada.

Este proyecto es un aporte importante para la empresa, porque es la primera parte de un proceso de investigación y desarrollo que se requiere para incursionar en el mercado de los productos de hogar. Este marcará la pauta para nuevos productos que complementarán el portafolio de la compañía.

2. DESARROLLO DEL TEMA

El proceso de diseño esta conformado por siete etapas consecutivas. Cada una de las siete etapas tiene un procedimiento con actividades que se adaptan de acuerdo al proyecto.

Diagrama Metodología Propuesta



Fuente:
Elaboración de las Autoras

2.1 Análisis de Mercados

Este es un proceso que permitió la recopilación de información, identificación de oportunidades en un nuevo segmento y la disminución de riesgo e incertidumbre en la toma de decisiones. Se llevo a cabo una investigación cualitativa (con inteligencia de mercados, entrevistas, sesión de grupo), que permitió obtener hipótesis, las cuales fueron validadas por medio de una investigación cuantitativa a través de encuestas. Se recogió información sobre el segmento objetivo (necesidades, requerimientos, deseos, etc.), para definir las especificaciones de diseño que serán la base de los nuevos productos.

2.2 Definición de Problemas de Diseño

Con los resultados obtenidos en la primera etapa, se comienza con la definición de los problemas de diseño, estos problemas

presentan unas limitaciones, las cuales sirven de guía para las posibles soluciones y como debe ser su rendimiento.

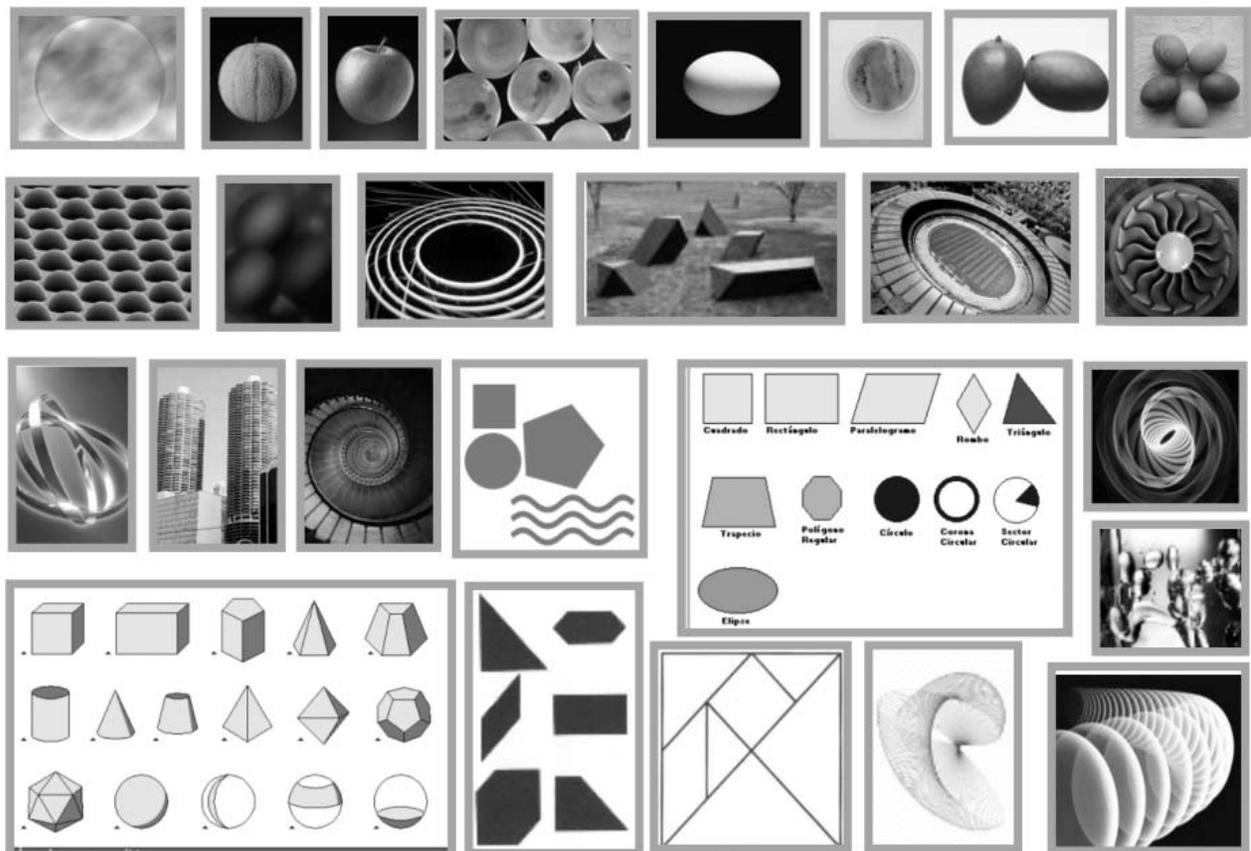
A partir de la información recolectada en el análisis de mercados se determinó que los productos a desarrollar para la línea hogar serán El Madurador de Carne y El Organizador de Alimentos.

Se determinaron especificaciones de tamaño, materiales, legal, pruebas, seguridad, materiales, tiempo y costo, tiempo del proyecto, procesos de manufactura, apariencia.

También se utilizó una herramienta llamada Mapa de Atributos, que permite identificar aspectos importantes para tener en cuenta en el diseño final de los nuevos productos.

2.3 Diseño Conceptual

Collage del Referente Minimalismo



El referente seleccionado es el minimalismo, el cual es una de las tendencias decorativas más actuales y reconocidas en todo el mundo. Este estilo se caracteriza por la pureza de formas y colores, se basa en la composición de formas geométricas y elementos orgánicos perfectamente definidos. Los colores aplicados son una gama cromática de colores vivos y sólidos.

Las figuras mostradas anteriormente evocan las formas geométricas básicas que son utilizadas en el Minimalismo, estas serán utilizadas como base para los nuevos diseños. Partiendo de estas figuras simples se crearán productos un poco más complejos que satisfagan las necesidades del consumidor.

También se referencian figuras relacionadas con el concepto de formas que se articulan entre sí, lo que evoca los productos apilables, aprovechamiento de espacios; esta se considera otra base para el desarrollo de estos nuevos productos.

Se hizo una lluvia de ideas para cada producto, y cada alternativa fue evaluada con la herramienta llamada Perfil de Harris, que permite calificarlas para elegir la más viable en términos financieros, investigación y desarrollo, desarrollo del mercado, aspectos productivos y aspectos de mercado.

A continuación se muestran los perfiles de Harris que fueron elegidos por su viabilidad:

Madurador de Carne - Propuesta #4:

	-2	-1	1	2
ASPECTOS FINANCIEROS BÁSICOS				
Costos estimados del proyecto				
Volumen estimado de ventas				
Costo estimado de retorno de la inversión				
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO				
Tiempo de desarrollo del proyecto				
Tecnologías disponibles				
Investigación en Know-How				
Patentes y registros de diseño				
DESARROLLO DEL MERCADO				
Nivel de promoción requerido				
Posible participación en el mercado				
Aceptación de los atributos del producto				
Tipo de demanda (continua, cíclica, etc.)				
Total:	1	1	6	11

ASPECTOS PRODUCTIVOS
 Equipos y maquinaria requeridos
 Disponibilidad de materia prima
 Accesibilidad a procesos productivos

ASPECTOS DE MERCADEO
 Número de clientes potenciales
 Atributos del producto
 Posición frente a productos existentes*
 Tendencias del mercado
 Soporte técnico requerido

Organizador de Alimentos - Propuesta #4:

	-2	-1	1	2
ASPECTOS FINANCIEROS BÁSICOS				
Costos estimados del proyecto				
Volumen estimado de ventas				
Costo estimado de retorno de la inversión				
INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO				
Tiempo de desarrollo del proyecto				
Tecnologías disponibles				
Investigación en Know-How				
Patentes y registros de diseño				
DESARROLLO DEL MERCADO				
Nivel de promoción requerido				
Posible participación en el mercado				
Aceptación de los atributos del producto				
Tipo de demanda (continua, cíclica, etc.)				
Total:	0	1	12	6

ASPECTOS PRODUCTIVOS
 Equipos y maquinaria requeridos
 Disponibilidad de materia prima
 Accesibilidad a procesos productivos

ASPECTOS DE MERCADEO
 Número de clientes potenciales
 Atributos del producto
 Posición frente a productos existentes*
 Tendencias del mercado
 Soporte técnico requerido

Las propuestas más adecuadas a desarrollar según los resultados, son aquellas que tienen mayor tendencia a las columnas del lado derecho, es decir, los puntajes positivos en el perfil de Harris.

Después de evaluar las propuestas de diseño resultantes de la lluvia de ideas con la herramienta del perfil de Harris, se determinó que las propuestas elegidas son:

- Los recipientes organizadores de alimentos de forma en ele, Propuesta #4
- El madurador de carne con dos recipientes y tapa. Propuesta #4

La gerencia analizó toda esta información de la investigación de mercados y el proceso de selección, y aceptaron los resultados porque consideraron que estaban bien fundamentados. Aseguraron que ambas propuestas eran viables productiva, técnicamente, si se hacía un diseño para el ensamble apropiado, según los requerimientos de ingeniería.

2.4 Diseño de Detalle

2.4.1 Madurador de Carnes

La maduración es el proceso que convierte los músculos del animal en una carne apta para ser consumida. El proceso comienza con el cese de la circulación sanguínea. Al faltar el oxígeno, las fibras musculares agotan sus reservas de energía lo que las deja rígidas y endurecidas. Cuando ese proceso se ha completado, la acidez en la carne desciende y hace posible la acción de unas enzimas que transforman las proteínas, provocando su reblandecimiento.

A los dos o tres días, la carne ya se ha ablandado lo suficiente para poder consumirla, aunque se la puede dejar madurar algún tiempo más pues así gana en ternura y jugosidad.¹

El proceso de maduración de la carne es el siguiente:

1. Se debe tomar el trozo de carne, dejándolo sin partir.
2. Colocar una rejilla que quede ligeramente levantada sobre un recipiente que tenga bordes.

3. Secar bien la carne con toallas de papel y colocarla sobre la rejilla.
4. Envolver totalmente el conjunto con papel transparente y guardar en la parte más fría de la nevera (No en el congelador).
5. Revisar a los dos días y ver que la carne no esté en contacto con la sangre que destila.
6. Secar, limpiar y dejar otros dos días o más si el sitio es bien frío.
7. Si la sangre toca la carne ésta le dará mal olor y sabor. Corre el riesgo de podrirse. Por esta razón se recomienda lavar diariamente el recipiente donde cae la sangre².

Las dimensiones y peso de un trozo de carne siempre van a variar, y cada tipo de carne tiene una geometría diferente. Por esta razón no se puede determinar una medida exacta para cada parte del animal, pero si se puede especificar un rango que abarque las proporciones de las carnes más usadas para madurar.

Por esta razón, el madurador se diseña con dimensiones que se encuentren dentro del rango promedio de los tamaños más comunes, y que además se encuentre dentro de las medidas especificadas en el PDS. De esta forma, el usuario puede conocer la capacidad de los recipientes, y así elegir el corte de tamaño apropiado y que se adecue al espacio.

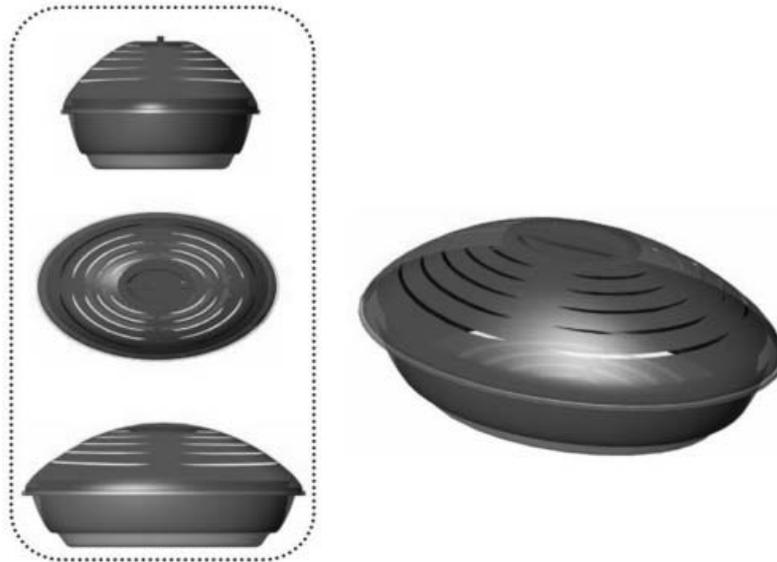
Según lo dicho, el consumidor puede almacenar un corte de carne de tamaño común (una punta de anca, un solomito, etc), pero se sugiere que tenga en cuenta las limitantes dimensionales al momento de elegir el tamaño y peso de la misma.

Según todo lo anterior, se diseñó un recipiente para la carne que facilite el proceso de maduración de la misma y que además es decorativo. Este diseño proviene de algunas formas y conceptos referenciados en el *collage* del referente, que a su vez están limitados por las especificaciones del PDS.

1 Pedro Palmer. Maduración de la carne. [Artículo de Internet]. <http://www.todomedellin.com/Comunidad/Canales/Gastronomia/gastronomia040.asp>. [Consulta: 3 de julio de 2006]

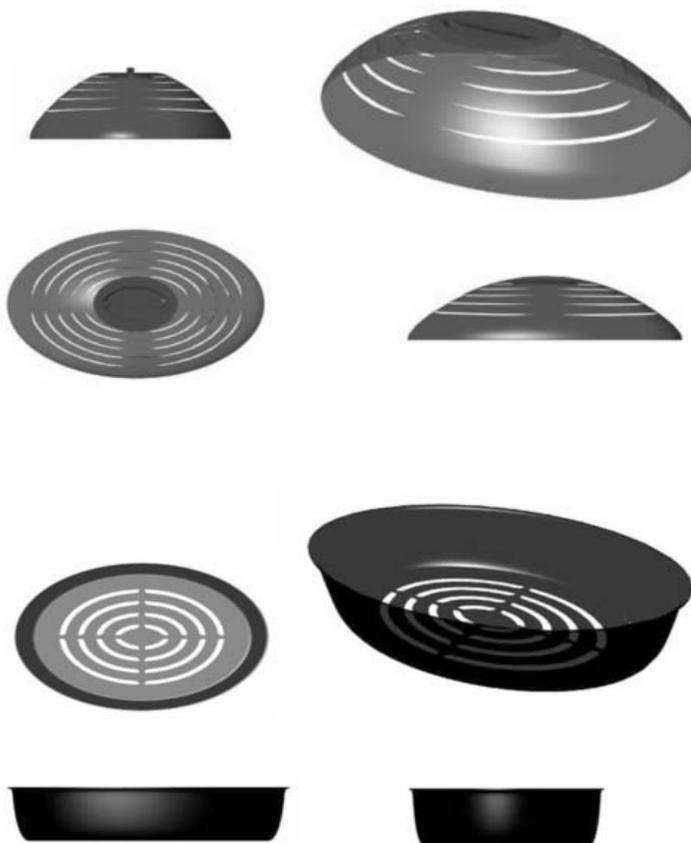
2 Soffy. Sigo de Pinche. [Artículo de Internet] <http://elpais-cali.terra.com.co/historico/feb072006/SOC/C407N8.html> [Consulta: 10 de mayo de 2006]

Madurador de Carne Seleccionado



Está compuesto de tres partes:

Tapa del madurador de carne



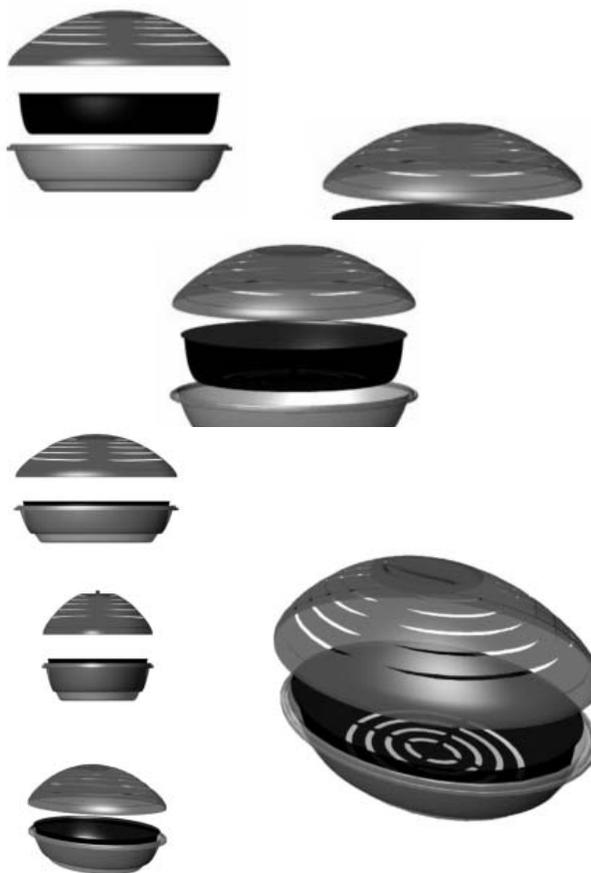
Recipiente exterior del madurador de carnes



Ensamble de las piezas

Las piezas del madurador se ensamblan de la siguiente manera:

Ensamble de las tres partes del madurador



Las piezas fueron diseñadas teniendo en cuenta que el proceso productivo será inyección.

2.4.3 Organizadores de Alimentos

El diseño de los organizadores de alimentos parte de varias imágenes del collage que referencian el concepto de figuras iguales que encajan entre si, que se acoplan de forma perfecta en estructuras organizadas y armónicas. Estas formas son simples y básicas, pero permiten una distribución adecuada de los espacios. Hacen referencia a un rompecabezas de piezas iguales. Este es el concepto base para el desarrollo del diseño final de los organizadores de alimentos.

Los organizadores de alimentos conforman un juego de recipientes apilables que le permite al usuario clasificar y almacenar sus alimentos para cada día ordenadamente. De esta forma, la persona puede organizar los alimentos según la necesidad de uso, almacenando cada porción en un recipiente.

En ellos puede clasificar por días la carne, la pulpa de fruta, las verduras o cualquier otro tipo de alimento. Además pueden utilizarse en la nevera, congelador o alacena.

Para el segmento de jóvenes independientes es de gran utilidad dejar separados sus alimentos según el uso, sin tener que descongelar o manipular todo un bloque o paquete grande, sino la porción requerida. Esto les permite ser más prácticos, eficientes, ágiles y economizar tiempo en la preparación de los alimentos. Además podrán mantener su nevera, congelador o alacena mas ordenados, evitar que la comida se contamine de olores y sabores y protegerla del contacto con otros alimentos.

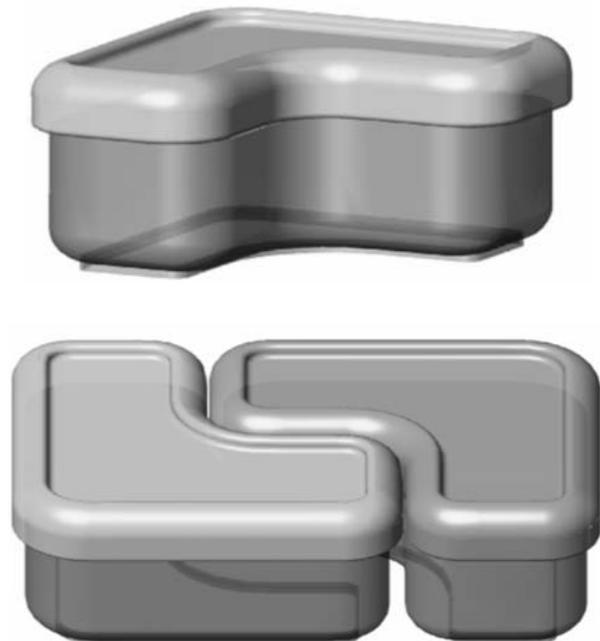
Teniendo en cuenta que las neveras y alacenas son rectangulares, es indispensable utilizar formas que permitan optimizar el espacio de la mejor manera posible. Por esta razón se eligió la forma en "L", que al unirse con otra igual forman un rectángulo. De esta forma, no habrá desperdicio de espacio al apilarlas.

Forma en "L" y el rectángulo que se forma al unir dos recipientes



Esta forma les permite apilarse hacia los lados y hacia arriba, dándole la posibilidad al usuario de acomodarlos según su preferencia y espacio disponible. Al tener recipientes de esta forma, el usuario podrá apilar tantas unidades como el espacio se lo permita.

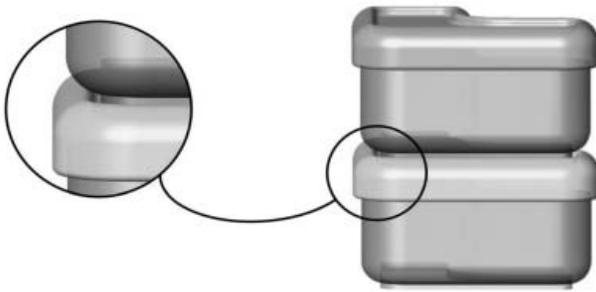
Recipiente en forma de L y formas de apilarlos



Este producto puede ser utilizado para almacenar cualquier tipo de alimentos, según la cantidad que el usuario considere y que no exceda los 300 cc, y fue diseñado especialmente para aprovechar mejor el espacio y hacer lugares mas ordenados y agradables a la vista.

Cada envase tiene su respectiva tapa, la cual se ensambla a presión. Cada tapa tiene una hendidura que permite ubicar el recipiente que se acomode en la parte superior, y con esto se le comunicará al consumidor su función y se le dará estabilidad a la columna de recipientes.

Forma en que encaja la tapa y el recipiente superior



2.5 Construcción Modelo Funcional

Los modelos funcionales fueron construidos en acrílico, ya que se acercan bastante al acabado final de los productos.

El costo estimado para el modelo del madurador es de \$450.000 y un tiempo de fabricación de 20 días. Para cada organizador de alimentos se cotizó un costo de \$75.000 y un tiempo de fabricación de 5 días.

2.6 Pruebas con los productos

Con los productos desarrollados se realizaron unas pruebas a nivel visual y dimensional, con el fin de validar el diseño y comprobar la aceptación por parte del mercado objetivo.

Las pruebas se le hicieron a el segmento objetivo; 8 personas que participaron en la sesión de grupo y 20 personas entrevistadas, conformando un grupo de 28 usuarios.

Los productos fueron presentados por medio de modelaciones tridimensionales y renders a escala 1:1, para que el consumidor apreciara la apariencia, colores, geometría y tamaño real.

En cuanto al organizador de alimentos, los usuarios consideran que las dimensiones de los recipientes son apropiadas para su uso y ubicación, su diseño es innovador y cumple con todos los requerimientos. También estarían dispuestas a comprar el producto, ya que consideran que es necesario para almacenar alimentos, siempre y cuando el costo sea

razonable y este dentro de los precios que ofrece el mercado para productos similares.

Para el madurador de carne los usuarios consideran que es un producto innovador y nuevo en el mercado, ya que ninguno conoce un producto que cumpla la misma función. Por esta razón, dijeron que estarían dispuestos a comprarlo, ya que deben improvisar con otros utensilios para madurar la carne.

3. CONCLUSIONES

Las características que el segmento objetivo considera más importantes para los productos de la línea hogar son la funcionalidad, los colores, la calidad, la forma y la hermeticidad. La funcionalidad es la característica más relevante en el momento de compra del producto, siguiendo con los colores llamativos, buena calidad y formas adecuadas y atractivas, que optimicen el espacio en la nevera, congelador o la alacena.

De los productos propuestos al grupo de usuarios investigados, se seleccionaron el madurador de carne y el organizador alimentos. Los nuevos productos tuvieron una aceptación contundente por ser considerados como innovadores, llamativos y que no están disponibles en el mercado.

En el análisis de mercado se evaluaron otros productos y su aceptación. Aunque no fueron elegidos para este proyecto, la propuesta queda planteada para la empresa, con la posibilidad de retomar el proyecto y desarrollarlo en el momento apropiado.

Los diseños iniciales del madurador de carne y el organizador de alimentos fueron desarrollados en detalle, bajo los parámetros que se establecen a partir de las necesidades y requerimientos del usuario y de la empresa, expuestos en el PDS. Se siguió cada paso que exige la empresa para el desarrollo de un nuevo producto: Diseño conceptual, evaluación de factibilidad técnica, aprobación de gerencia, diseño de planos de ingeniería y formato de Entrada De Diseño.

Después de elaborar el diseño de detalle de las piezas, se evaluó la viabilidad económica de cada producto, quedando evidente que es una oportunidad de negocio que le permite a la empresa un nivel de utilidad del 30% para cada producto. Los precios estimados de venta son apropiados para el mercado y para enfrentarse a la competencia.

En las pruebas finales con el usuario se pudo comprobar que las dimensiones, geometrías y colores fueron apropiados para cada producto. La aceptación del consumidor fue inmediata y rotunda.

De acuerdo a los resultados del proyecto, es posible pronosticar que ambos productos serán exitosos si se enfocan al segmento elegido a través de los canales de distribución apropiados.

6. BIBLIOGRAFÍA

McDANIEL, Carl Jr. y ROGER GATES (1999). *Investigación de mercados contemporánea*. México, Thomson Editores. 4ª. Ed.

KINNEAR, Thomas C y JAMES R. Taylor (1998). *Investigación de mercados: un enfoque aplicado*. McGraw-Hill latinoamericana S.A. 5ª. Ed.

AAKER, David A. y otros (1995). *Marketing Research*. USA, Edit. John Wiley & Sons Inc. 5ª Ed.

CROSS, Nigel (1999). *Métodos de diseño. Estrategias para el diseño de productos*. México, Editorial Limusa. 1ª Ed.

ULRICH, Karl T y STEVEN D. Eppinger (2003). *Product design and development*. Boston, McGraw-Hill/ Irwin. (Internacional series in quantitative marketing). 3ª. Ed.

JANY, José Nicolás (2000). *Investigación Integral de Mercados*. Bogotá, Mc Graw Hill. 2ª. Ed.

"New Marketing Research Approved" Marketing News. Enero 2 de 1987.

PUGH, Stuart (1991). *Total Design*. Addison Wesley, Harlow (UK).

HOLLINS, Hill y GILLIAN Hollins (1999). *Over the Horizon: planning products today for success tomorrow*. Chinchester (UK), John Wiley & Sons, Ltd.

HERNÁNDEZ, Maria Cristina (2002). *Documento proyecto 3 "que es el Brief"*. Medellín, Ingeniería de Diseño de productos. EAFIT.

HERNÁNDEZ, Maria Cristina (2002). *Documento proyecto 3 "Products Design Specifications – PDS"*. Medellín, Ingeniería de Diseño de Productos. EAFIT.

Documento "working with a Design Brief", Oxford, Cambridge and RSA Examinations, 2000.

**DISEÑO Y DESARROLLO
DE UN MODELO
FUNCIONAL QUE
EXPLIQUE EL
FENÓMENO NATURAL
DE LAS PLACAS
TECTÓNICAS,
ENMARCADO EN
LA DERIVA DE
CONTINENTES,
POR MEDIO DE
LA LÚDICA Y LA
INTERACTIVIDAD PARA
LA SALA DE COLOMBIA
GEODIVERSA DEL
PARQUE INTERACTIVO
EXPLORA EN LA
CIUDAD DE MEDELLÍN**

AUTORES

JORGE IVÁN VÉLEZ AGUILAR
SEBASTIÁN YÉPEZ RÍOS
JUAN GUILLERMO HOYOS SALDARRIAGA
ALEJANDRO JARAMILLO GUTIÉRREZ

AREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

Con este Proyecto de Grado se entró a conformar parte por algo más de 6 meses, del Grupo de Diseño y de Producción del *Parque Interactivo EXPLORA*¹. Dentro de este tiempo, se diseñó una de las tantas experiencias que conformarán la Sala *Colombia Geodiversa*² y fue construido un prototipo de la misma que ilustra y explica una fracción del fenómeno natural de la *Tectónica de Placas*, conocida como la *Deriva de Continentes*, tomando en cuenta las siguientes preceptivas básicas durante todo el proceso:

Enterar acerca de la influencia de este fenómeno dentro de la evolución de la tierra.

- Dar cuenta dentro de la experiencia del aspecto más relevante y aplicable del fenómeno, para el común del usuario (*La Deriva de Continentes*).
- Informar al usuario acerca de otros sub-fenómenos relacionados con este mismo fenómeno.
- Llevar los resultados temporales procedentes del proceso de diseño de la mano con los requerimientos de Explora para su concepción final.
- Convertir al visitante en un interactuador³ directo sobre la experiencia, dándole la oportunidad que la intervenga y que él produzca sus propios resultados de la interacción.
- Alcanzar una integración absoluta con la composición formal de la sala y con las otras experiencias que componen la misma.

Para llevar a cabo el proyecto, se desarrolló una metodología que agrupa diferentes apartes que proponen diversos autores especializados en metodologías de diseño como Nigel Cross, Kart T. Ulrich y Steven D. Eppinger, la cual quedó compuesta por las siguientes fases en general: *Definición del problema, Clarificación de objetivos, Búsqueda de información, Establecimiento de funciones, Especificación de requerimientos, Generación de alternativas, Evaluación de alternativas, Diseño de detalle, Materialización y Entrega.*

-
- Ver PALABRAS CLAVE
 - Ver PALABRAS CLAVE
 - Ver PALABRAS CLAVE

Como resultados concretos del proyecto, surgieron todo un conjunto de planos necesarios para la construcción de la experiencia en escala 1:1 (planos de taller, planos de ensamble, vistas generales, cartas de procesos, cartas de ensamble y desensamble, etc), es decir la herramienta básica a entregarle al licitador para la construcción de dicha experiencia. Además, se construyó un prototipo funcional donde la parte de interacción directa del usuario ha sido construida en escala 1:1 con materiales originales y el resto de la experiencia se compone de materiales alternativos pero que ilustra la experiencia real en un alto porcentaje de realidad.

PALABRAS CLAVE

CONCEPTUALIZACIÓN: Es el proceso que intenta ensamblar y organizar todas las piezas que conforman el diseño de un producto y que requiere un análisis detallado de los aspectos técnicos, de diseño y de ingeniería que afectan a cada una de las partes del rompecabezas.

DERIVA DE CONTINENTES: Teoría que trata de explicar el movimiento de las placas tectónicas y como este movimiento ha afectado la ubicación histórica de los continentes se preocupa por explicar el como se han movido y porque se han movido.

INTERACTIVIDAD: Proceso de cualquier tipo de contacto entre dos elementos, incluyendo personas, objetos, animales, etc.

INTERACTUADOR: Rol que se le quiso dar al visitante dentro del parque y que consiste en que este no solo mire y lea, sino que también modifique, destruya, intervenga, etc. En conclusión que tenga un interacción directa con cada experiencia.

LÚDICO (A): Que es relativo al juego.

ONOMATOPEYAS: Formación de una palabra por la imitación y el asombro instantáneo ante una actividad del medio.

PARQUE INTERACTIVO EXPLORA: Proyecto impulsado por la Alcaldía de Medellín y 14 instituciones más para dotar a la ciudad de un espacio interactivo de aprendizaje para toda la comunidad.

PDS: Especificaciones de diseño del producto.

PERCENTILES ANTROPOMÉTRICOS: Medidas de referencia que son utilizadas para definir las medidas de interacción entre un objeto y el ser humano, basadas en las proporciones y medidas del cuerpo humano.

PLACAS TECTÓNICAS: Subdivisiones de la corteza terrestre que se han movido y se mueven en la historia provocando el desplazamiento de os continentes y fenómenos naturales como temblores, terremotos, etc.

SALA COLOMBIA GEODIVERSA: Una de las 4 grandes salas que compondrá en su totalidad el espacio físico del PARQUE INTERACTIVO EXPLORA. Tiene como objetivo, explicar diferentes fenómenos naturales enmarcados dentro del contexto colombiano.

INTRODUCCIÓN

Los nuevos modelos de educación han provocado el surgimiento de una tendencia hacia la implementación de nuevas estrategias basadas en lo interactivo y lo práctico, evidenciada en la aparición de innovadores espacios que aplican este nuevo modelo, basados en actividades lúdicas¹ que le permiten al usuario-visitante no solo ser un espectador u observador, sino que aplicando la ya conocida frase “Prohibido No tocar” a éste se le permite tocar, intervenir, modificar, armar, desarmar, etc módulos, máquinas y un sinnúmero de experiencias interactivas que conforman estos espacios.

Uno de estos espacios, ya se está construyendo en la ciudad de Medellín y ha sido llamado: *Parque Interactivo EXPLORA*; un proyecto social que “...responde a una iniciativa de los sectores público, académico y empresarial, canalizada y redimensionada socialmente por el Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia, con el apoyo de catorce instituciones, entre ellas las principales universidades, las Empresas Públicas- EPM de Medellín, grupos científicos y culturales independientes, Cajas de Compensación; y con la participación de estudiantes universitarios y profesores de ciencias de muchos colegios...”² Este parque interactivo, tendrá como objetivo, agrupar todos los requerimientos posibles, para brindarle a la ciudad y a cualquier tipo de visitante, un espacio diferente de esparcimiento, conocimiento y aprendizaje.

Dentro de la integración que el Grupo Científico, de Diseño y de Producción del proyecto *PARQUE INTERACTIVO EXPLORA* pretenden, hay cabida para diferentes entes académicos locales. En este caso, la Universidad EAFIT³, más específicamente el Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto⁴ ya empezó con la participación dentro del

desarrollo de este proyecto; dándole cabida a la vinculación de estudiantes, participando éstos en la conceptualización⁵, diseño y construcción de las diferentes experiencias que constituirán las salas del parque, permitiéndoles un desarrollo paralelo de sus actividades académicas (prácticas profesionales y proyectos de grado). De aquí se parte y se pretende llegar a materializar una de las experiencias interactivas que compondrán la planta física del *PARQUE INTERACTIVO EXPLORA*.

En conclusión, este proyecto, radicó en aprovechar la oportunidad brindada conjuntamente entre la Universidad y las directivas del parque sacando paralelamente adelante el Proyecto de Grado de los autores y aportando un grano de arena a este proyecto social.

DESARROLLO DEL PROYECTO

Luego de presentar ante el Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de la Universidad un documento *Idea de Grado*, donde se definieron los parámetros a desarrollar dentro del Proyecto, posteriormente se prosiguieron con los siguientes puntos:

1. Anteproyecto de Grado: Documento que profundizó aun más el desarrollo del proyecto y donde se abarcaron puntos como *antecedentes, justificación, objetivos general y específicos, alcance y productos, metodología*.

OBJETIVO GENERAL: “Diseñar y construir una experiencia interactiva que explique una fracción del fenómeno natural de las placas tectónicas de la tierra, y su influencia dentro de la evolución del planeta, por medio de la lúdica y la interactividad, basándose en una investigación que abarque los diferentes módulos de dicho fenómeno y dando cumplimiento a los requerimientos del Grupo Científico y de Producción y Diseño del *PARQUE INTERACTIVO EXPLORA*, para constituir una herramienta más de este proyecto social que busca expandir el conocimiento a todos los entes de la sociedad y aportar al proceso de aprendizaje de todos sus visitantes”.

1 Ver PALABRAS CLAVE

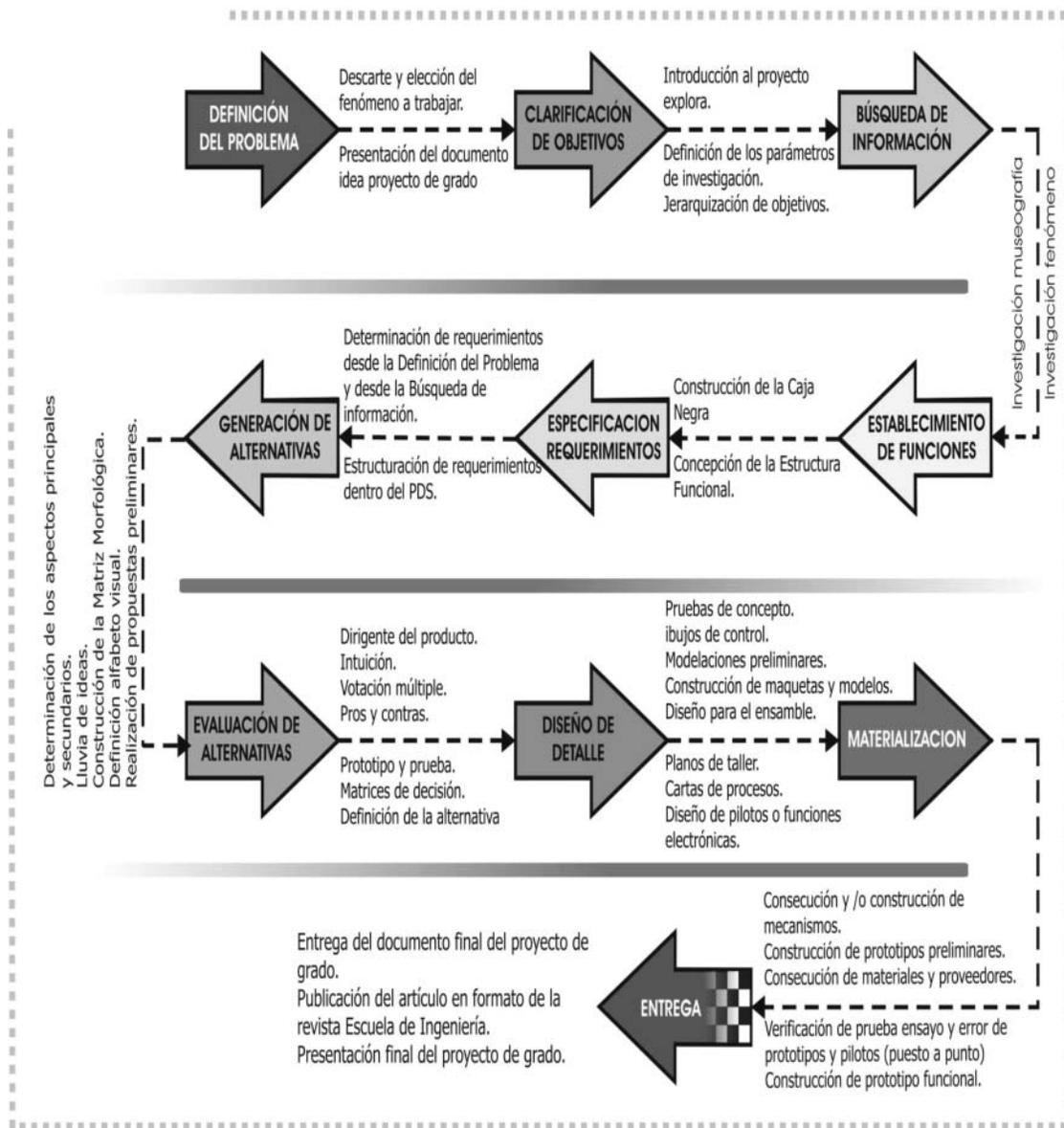
2 Introducción, “*La educación para y en el museo*”

3 Primera reunión entre el Rector de la Universidad EAFIT y el Grupo de producción y Diseño realizada el día 29 de septiembre de 2005, para buscar estrategias en pro de una participación más activa de la universidad dentro de la concepción del *PARQUE INTERACTIVO EXPLORA*.

4 Convenio para que estudiantes de dicho pregrado realicen sus Proyectos de Grado durante el semestre 2005-2 y 2006-1 para la sala *Colombia Geodiversa*, que hará parte del proyecto total del parque y para que otros realicen su Práctica Profesional dentro del mismo grupo de trabajo.

5 Ver PALABRAS CLAVE

METODOLOGÍA



2. **Definición del Marco Teórico del Proyecto:** Se realizó una amplia investigación acerca de la teoría de la *Tectónica de Placas*, más precisamente en otra teoría originaria de ésta llamada la *Deriva de Continentes o Deriva Continental*.

Con el objetivo de enmarcar el proyecto con base en ¿Dónde surge? con esto se apreció en detalle el estamento teórico principal que rigió el proyecto. Se desglosó toda la materia prima de la investigación realizada y las bases teóricas del proyecto.

Se estudiaron ítems geológicos como *Tectónica de placas, la teoría de la Deriva de Continentes, fenómenos derivados, terremotos, evolución de la Pangea, etc.*

3. **Aplicación de la metodología de Diseño Conceptual:** Allí se realizó una exploración que condujo a figurar y comprobar la relación entre pensamiento, lenguaje y realidad, operándola desde la interacción entre el sujeto, el objeto que este concibe mentalmente, su expresión y al final con el objeto real. El pensamiento abstrae, simboliza y concreta la realidad a través de múltiples herramientas

del lenguaje (dibujos, esquemas, palabras, descripciones, etc). Cuando esa imagen virtual que se tiene en mente, adopta una posición tangible, ésta trasciende hasta convertirse en objeto real.



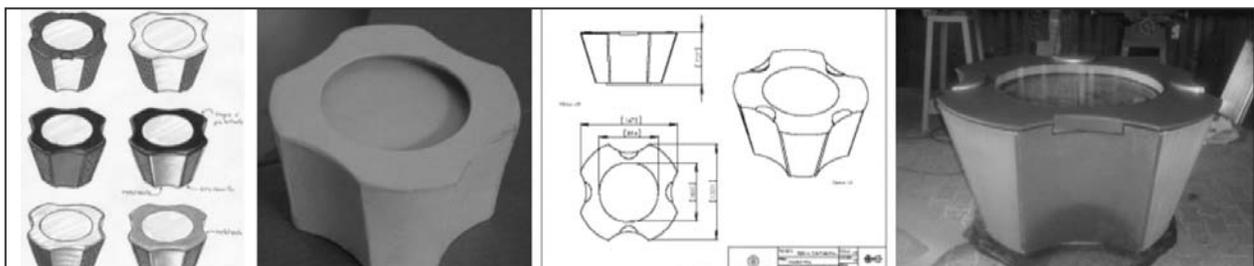
Dentro de las herramientas utilizadas dentro de esta metodología, hicieron parte los *árboles de objetivos*, *cajas negras*, *estructuras funcionales*, *análisis de subfunciones*, *matrices morfológicas* y *matrices de evaluación*.

4. **Background del Cliente (Parque Interactivo EXPLORA):** Aquí se enmarcó el proyecto hacia quién iba dirigido, en este punto se apreciaron en detalle los estamentos principales que rigieron dicho proyecto. Aquí, se conoció el cliente directo del proyecto, el *PARQUE INTERACTIVO EXPLORA*, el cual antes de este proyecto ya contaba con una estructura bien definida de todos sus componentes, herramientas, imagen empresarial, etc. Fue primordial este punto ya que siempre se trabajó sin desligarse de la estructura organizacional del cliente.



5. **Proceso de Diseño:** Este proceso se vertió constantemente de métodos, herramientas, procedimientos, etc. del diseño de productos y la conceptualización, la utilización de formas y colores, la semántica, herramientas interactivas, etc. del diseño industrial y profesiones afines, de donde se extrajeron los conceptos necesarios para dicho desarrollo. Fue una aplicación clara de unos conceptos aprendidos en la academia, dirigidos hacia una conceptualización definitiva de un prototipo funcional, ornamentado en asesorías de especialistas en cada una de las áreas y en pruebas de ensayo-error que arrojaron resultados prácticos y aplicables a la solución final.

El proceso de diseño se compuso principalmente de herramienta de diseño clásicas como *brief*, *mood boards*, *PDS*, *sketches*, *modelaciones*, *pruebas*, *entrevistas a expertos*, *reunión con los entes implicados*, *presentaciones preliminares*, *diseño de detalle*, *construcción del prototipo*.





Con ésto, el grupo de autores concluye:

El prototipo funcional, ilustra completamente la misma interacción real y directa que tendrá el usuario cuando la experiencia se encuentre dentro de la sala real de *Colombia Geodiversa*.

Esta es una nueva alternativa para el Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto de trascender en su aporte al medio local, al reflejar todos los conocimientos transmitidos al estudiante en obras tangibles y que conforman proyectos de interés social dentro de la ciudad y el país.

Se hace inminente el futuro apoyo de estos convenios entre entes académicos y gubernamentales, para que toda esa practicidad que promueve la carrera durante su estudio, se vea reflejada en los futuros Proyectos de Grado en propuestas perceptibles al medio y los mismos estudiantes.

Dentro de este tipo de proyectos se hace inminente que la asesoría esté representada en uno de los miembros del *PARQUE INTERACTIVO EXPLORA*, ya que así se conforma un enlace que ayuda a que entre los dos entes (cliente y académico) haya un correcto entendimiento para arrojar resultados concretos en pro de un mismo fin.

BIBLIOGRAFÍA

CENTRO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ANTIOQUIA. La Educación para y en el museo. En: COLOQUIO NACIONAL La Educación en el Museo: desarrollo y proyección de la misión educativa en el Museo Nacional de Colombia (Septiembre 9 de 1999, Santa Fe de Bogotá , Museo Nacional). Reflexiones

desde el PROCESO: "Proyecto del Museo Interactivo de la Ciencia y la Tecnología de Medellín y Antioquia". Santa Fe de Bogotá, Colombia. Rafael Aubad L. -Centro de Ciencia y Tecnología de Antioquia-. 1999. 17 p.

ESTRADA, Victoria., JARAMILLO, Ana., MUÑOZ, Juan C., RESTREPO, Isabel C., ROLDÁN, Andrés F. y ZULUAGA, Jorge I. Referenciación de Museos Interactivos como aprendizaje para el desarrollo del Parque Explora. En: Cuarto Informe de Gerencia Grupos Científico y de Producción y Diseño (Febrero 7 de 2005, Medellín, Alcaldía de Medellín). Referenciación de Museos Interactivos como aprendizaje para el desarrollo del Parque Explora. Medellín, Colombia. Municipio de Medellín. 2005. 74p.

CROSS, Nigel. Engineering Design Methods: Strategies for Product Design. 2ª ed. Chichester, Jhon Wiley & Sons, 1994. 173p.

INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO, Departamento. Sobre la conceptualización, una breve introducción. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2002. 10p.

DE VIRES, M.J., CROSS, Nigel. y GRANT, D.P. Design Methodology and Relationships with Science. Kluwer Academic Publishers. 1992. 321p.

ULRICH, Kart T. y EPPINGER, Steven D. Diseño y Desarrollo de Productos: Enfoque Multidisciplinario. 3ª ed. México D.F, 2004. 366p.

HERNÁNDEZ, Maria C. Product Design Specifications. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2002. 9p.

HERNÁNDEZ, Maria C. El Análisis Funcional, una herramienta de la conceptualización. Universidad EAFIT, Colombia. Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto. 2002. 3p.

ÁNGEL Ana C., GIRALDO Jenny C., Aplicación de la metodología Diseño para "X" en la construcción de un sistema de iluminación para oficina. Tesis (Ingeniero de Diseño de Producto). Medellín, Colombia. Universidad EAFIT, Facultad de Ingeniería, 2005. 193 p.

**FERROFLUIDOS,
NANOTECNOLOGÍA
AL ALCANCE DE
TODOS
APUNTES DE
LA NUEVA
MUSEOGRAFÍA
APLICADA AL
DISEÑO DE
EXPERIENCIAS
INTERACTIVAS
PARA EL PARQUE
EXPLORA**

AUTORA
JULIANA ARIAS GONZÁLEZ

AREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

En el presente trabajo se expone la investigación realizada para el desarrollo del proyecto de grado que lleva como título: Diseño y fabricación de una máquina interactiva que ejemplifique los diferentes fenómenos que se generan con campos magnéticos en fluidos magnéticamente susceptibles para la sala de tecnología del Parque Explora Medellín.

Durante un semestre se desarrollo una investigación partiendo de la metodología propuesta por Ulrich y Eppinger, siguiendo los parámetros detallados en el libro Product Design and Development. Primero se hizo una exploración del tema de la museografía y sus diferentes componentes. Luego se identificó el enfoque museográfico del Parque Explora Medellín. Se abordó el tema de la nanotecnología y los ferrofluidos para estructurar un marco teórico que soporte la experiencia interactiva, y por último se desarrollaron los diferentes pasos propuestos en la metodología para el desarrollo final del producto.

PALABRAS CLAVE

Fluidos electrorreológicos, fluidos magnetoreológicos, ferrofluidos, fluidos inteligentes, nanotecnología, nanómetro, museografía, Parque Explora Medellín, museo interactivo, centro de ciencia, interactividad.

ABSTRACT

In the present work, the investigation conducted for the development of the final graduation Project titled: Design and fabrication of an interactive machine that illustrates the different phenomenon that magnetic fields generate in magnetic susceptible fluids for the Technology pavilion of the Parque Explora Medellín.

During one semester, the investigation was Developer guided by the methodology proposed by Ulrich y Eppinger, following the parameter detailed in the book Product Design and Development. First, an exploration of the museology subject and its different contents was made. Then, the museographic focus or the Parque Explora Medellín was identified. The nanotechnology and ferrofluids topic was approached to structure a theory frame to support the final design of the interactive experience, and finally the different steps of the methodology were developed for the final product design.

KEYWORDS

Electrorheological fluids, magnetorheological fluids, ferrofluids, smart fluids, nanotechnology, nanometer, museology, Parque Explora Medellín, interactive museum, science center, interactivity.

INTRODUCCIÓN

La educación desde los museos interactivos es una práctica nueva en Colombia, pero en el ámbito mundial, este tema lleva bastante recorrido, y se encuentran propuestas muy interesantes donde confluye la ciencia, la cultura y la tecnología. En el estado actual de nuestro país en esta materia, estos ejemplos mundiales son dignos de admirar y seguir, en el camino de la construcción de conocimiento desde el museo.

En el diseño y desarrollo de un museo interactivo intervienen diversos factores logísticos, técnicos y formales que deben ser coordinados para que se cumpla el objetivo principal de estos centros culturales y científicos; acercar al visitante y convertirlo en un participante activo de la experiencia. Las bases para crear un vínculo entre el visitante y la obra, exposición o experiencia museográfica, las dicta la nueva museografía donde tocar se vuelve indispensable para entender el concepto general de lo que se quiere expresar en el museo.

El Parque Explora Medellín es un proyecto cultural de grandes dimensiones en que obedece a una creciente necesidad de espacios de esparcimiento, socialización y diversión en la ciudad de Medellín.

Como centro interactivo de ciencia y tecnología, en Explora la ciencia se convierte en una excusa para que la diversión y la interactividad acerquen a los ciudadanos a la biología, la física, la geología y la tecnología.

La sala de Tecnología de Explora, definida conceptualmente como un espacio de acercamiento a los adelantos tecnológicos más recientes del mundo, contemplará un espacio para la nanotecnología, donde el visitante entrará en contacto con materiales nanoestructurados y mejorados para hacer más fácil la vida del hombre.

Como requisito para acceder al título de Ingeniería de Diseño de Producto se debe desarrollar un proyecto de grado entre cuyos requisitos se encuentra el diseño de un producto. El presente artículo es la evidencia del trabajo de grado desarrollado por la autora que lleva como título "Diseño y fabricación de una máquina interactiva que ejemplifique los diferentes fenómenos que se generan con campos magnéticos en fluidos magnéticamente susceptibles para la sala de tecnología del Parque Explora Medellín".

Como resultado de esto, se expondrán las principales características de la corriente museográfica conocida como la nueva museografía, aplicada al diseño de una experiencia interactiva sobre nanotecnología para la sala de Tecnología del Parque Explora Medellín.

1. HISTORIA DE LOS MUSEOS INTERACTIVOS

Tradicionalmente, los museos se han concebido como pequeñas instituciones, permanentes en el tiempo, que reúnen un grupo de objetos y colecciones donde muchas veces no se sabe el motivo ni la razón por la que muchas de estas piezas se encuentran ahí. Este tipo de museo se definió como un edificio, una colección y un público, donde la relación entre estos tres elementos es netamente espacial y visual.

El surgimiento de una nueva forma de ver la museología plantea ampliar esta visión estática y cambiar el edificio por un territorio, los objetos y colecciones por patrimonios colectivos y al público lo cataloga como una comunidad participativa.

Esta nueva museología nace formalmente en 1972, durante los acuerdos pactados en la Mesa Redonda de Santiago de Chile, organizada por la UNESCO. Durante esta reunión se discutió acerca del papel de los museos en lo que respecta a la educación, integración y socialización de la comunidad. Se destacó la importancia de la creación de una conciencia social, política y económica de la sociedad latinoamericana y la búsqueda de soluciones alternativas a los conflictos, ejerciendo una función integral. De este postulado surgió el concepto de Museo Integral que expone que el museo es una "institución al servicio de la sociedad que adquiere, comunica y fundamentalmente expone, con fines de estudio, conservación, educación y de cultura, los testimonios representativos de la evolución de la naturaleza y del hombre". (Mesa Redonda de Santiago de Chile. UNESCO, 1972).

1.1 La nueva Museografía

La nueva era de los museos está marcando una transición entre la imposición de conceptos y la apropiación y cuestionamiento que permite el libre aprendizaje. El museo se convierte en un ser vivo que se adapta a los diferentes medios sociales en los que se desenvuelve, llevando el mismo ritmo de la ciencia y la tecnología, permitiendo una interacción continua entre

el visitante, los objetos, las colecciones, los conceptos y los diferentes fenómenos que componen el mundo.

Dentro del marco de esta nueva museología se encuentran diferentes conceptos que definen el rumbo que deben tomar los museos en la actualidad:

- Democracia cultural.
- Nuevo y triple paradigma: pluridisciplinario, comunitario y territorial.
- Concientización.
- Sistema abierto e interactivo.
- Diálogo entre sujetos.

Bajo este esquema, se han creado varios tipos de museos, entre los que se encuentran los museos al aire libre, los eco-

museos, los museos comunitarios, la casa museo, el museo integral, el museo de vecindad, el museo de etnografía y el museo de artes y tradiciones populares. Los centros culturales también se cuentan entre estos, como un nuevo concepto de museo en el cual hay una intervención del espacio urbano, una gran influencia sociocultural del entorno y un carácter dinámico, entendido desde el punto de vista de centro de desarrollo de la vida urbana y social de una comunidad.

Las diferencias entre la antigua museografía y la nueva museografía se hacen evidentes en el papel que toma cada uno de los componentes de una muestra museográfica y la forma como se desenvuelven en los espacios destinados para la interacción. A continuación se presenta una tabla donde se resumen estas diferencias de forma comparativa.

Figura 1
Aspectos comparativos entre la antigua y la nueva museografía

Antigua museografía	Nueva museografía
Una única lectura posible	Provee más preguntas que respuestas
	Entrega al visitante un marco general, obligándolo a complementar la información
Colección de objetos acumulados uno al lado del otro	El lenguaje posibilita que elementos similares, contradictorios, contrapuestos, opuestos, antagónicos; interactúen paralelamente creando un dinamismo en la exposición
Espectadores pasivos fáciles de guiar	Hay una interacción entre los objetos y el visitante donde la relación es recíproca; el visitante ve el objeto y el objeto mira al visitante
Copias exactas de la realidad	Presenta ideas de la realidad trasladadas a objetos, en el contexto museográfico
Explicaciones científicas, formales y descriptivas	Aplica el método científico, donde la imaginación y el diseño interactúan con los técnicos y los científicos para desarrollar las instalaciones
Las obras y objetos se cuelgan y sobrepone en un espacio delimitado	Las obras y objetos crean el espacio interrumpiendo, extendiendo, contrayendo y reposicionándolo de diferentes formas
La obra es el centro de atracción	Hay más elementos que componen la experiencia, además de la obra, la iluminación, los elementos de ambientación, la parte gráfica y de interacción son también protagonistas.
Generalmente se requieren conocimientos previos para entender la instalación	La experiencia se basa en emociones más que en conocimientos previos
	Estimula el conocimiento y la interactividad de tres maneras: "minds on" o interactividad inteligible (imprescindible); "hands on" o interactividad provocadora (muy conveniente); "heart on" o interactividad cultural (recomendable).
Exposición rígida	Exposición que incita a la exploración, a que el visitante elija su propio recorrido de la experiencia
	Hay una continuidad de la exposición con actividades complementarias y permite el auto cuestionamiento, para que el visitante continúe su aprendizaje indagando más acerca de los temas presentados
	Cambia al visitante, genera sensaciones en su interior

Fuente: Juliana Arias González.

1.2 La educación en los museos

Los museos tradicionales se concibieron como un centro de educación para la elite, donde sólo los privilegiados tenían acceso para disfrutar del arte y la cultura. Los nuevos conceptos cambian este esquema, permitiendo a diferentes clases sociales acceder a la ciencia, la tecnología, el arte y la cultura, mientras interactúan en un mismo espacio.

Esto se logra a través de un conjunto de experiencias, en las que los sentidos son protagonistas, y donde el razonamiento y la creatividad se estimulan por medio de una serie infinita de acciones que pueden realizar fácilmente niños y adultos de cualquier edad, sexo o posición social.

1.3 Museos Interactivos en el Mundo

En el mundo, especialmente en Europa, los museos interactivos llevan años transmitiendo y generando conocimiento a partir de los preceptos del libre aprendizaje y el cuestionamiento lógico que invita a la investigación y creación de nuevo conocimiento.

Entre estos museos con gran trayectoria en el tema de la interactividad se destacan el Exploratorium en San Francisco, California; el CosmoCaixa, en Barcelona, España; el Universum, el Museo de las Ciencias, en México; Cité des Sciences & de Industries en París, Francia.

Un denominador común de estos museos, se ve claramente la preocupación por difundir la ciencia y acercarla a los visitantes. Todo esto lo hacen apoyados en diferentes elementos como son los objetos de exhibición y colecciones, elementos que permiten la interacción de los usuarios y dispositivos gráficos, escenografía y juegos de iluminación que complementan la experiencia, temas todos considerados por el Grupo de Diseño de Explora para el diseño de sus experiencias.

1.4 Al interior de un Museo Interactivo

Dentro de un museo interactivo se dan una serie de actividades que crean lo que se llama una experiencia. Estas actividades buscan estimular los sentidos, el conocimiento, la mente, la curiosidad y la creatividad, brindándoles a los visitantes la oportunidad de descubrir la ciencia y la tecnología.

Las exposiciones itinerantes, conferencias, seminarios, cursos, debates y talleres también hacen parte de las experiencias interactivas, aún si no se realizan dentro de las instalaciones del museo.

Debe existir un guión o discurso museográfico, que reúnan la información anterior y guíen la construcción de la exposición. Un eje conductor debe encargarse de hilar todos los elementos compositivos para que el mensaje transmitido sea claro y llegue al visitante. Más técnicamente, el discurso museográfico debe incluir tres géneros de discursos: el Metonímico que expone un relato de lo que sucederá en la experiencia para llamar la atención del visitante por medio de los textos, el Metafórico que ejemplifica los hechos científicos o tecnológico aplicando la poesía lírica creando emociones en el público y el Entimemático que comprende un discurso intelectual deductivo a partir del cual se organizan los conocimientos y mensajes que se quieren transmitir.

Los principales componentes de una exhibición para un museo interactivo son:

- El guión de la experiencia.
- La arquitectura de la experiencia.
- El mobiliario.
- La Iluminación.
- Los gráficos y textos explicativos.
- La ambientación gráfica, colores, texturas.
- El espacio donde se ubicará.
- Los recorridos y la circulación que deberá tenerse en cuenta para la interacción de la exposición.

2. PARQUE EXPLORA MEDELLÍN

El Parque Explora ha sido pensado como el gran proyecto educativo, cultural y urbano de cara al siglo XXI. Pero este proyecto estratégico incluido Plan de Desarrollo 2004-2007 Medellín, compromiso de toda la ciudadanía no nació de la noche a la mañana.

2.1 Definición conceptual del museo

El concepto sobre el cual se fundamenta Explora es el libre aprendizaje, donde se busca generar la inquietudes en los

visitantes partiendo de la emoción de interés. Ésta es una concepción ligada al museo que trata de incentivar la curiosidad y el interés por investigar y aprender más de los diferentes temas tratados en el museo.

FIGURA 2
Render del Parque Explora



Fuente: Parque Explora Medellín

Un aspecto muy importante del papel de Explora como integrador social es la descentralización de las actividades del museo. Busca que las exhibiciones de las salas permanentes no sean el único motivo de las visitas. Es así como extiende sus actividades con el objetivo de crear una red de conocimiento que puede ser experimentado de diferentes formas. Talleres de experimentación directa, laboratorios de medios digitales, sala de cine 3D, conferencias y capacitaciones para los maestros hacen parte fundamental de la razón de ser del Parque.

El Parque Explora ofrecerá a sus visitantes diferentes experiencias contenidas en cuatro salas temáticas: Conexión De La Vida, Física Viva, Colombia Geodiversa y Tecnología. Contará además con una Plaza Abierta Interactiva, un Acuario, una Sala Infantil, la Sala De Cine Digital, un Laboratorio de Producción Audiovisual Interactiva, Aulas Taller, un Centro de Comunicación Científica y Tecnológica, y una Sala Temporal.

2.2 Sala de Tecnología

La era de la tecnología ha transformado la forma de ver el mundo. La tecnología se ha convertido en una herramienta que va mejorando día a día para hacer más fácil la vida de las personas. Pero existe una gran parte de la humanidad que no tiene contacto o no conoce estos adelantos que podrían

incrementar su calidad de vida. Debido a esto Explora vio la necesidad de acercar a los visitantes del museo a ese gran mundo que permitirá lograr un cambio social en la ciudad.

El objetivo principal de la sala es mostrarles a los visitantes que la tecnología no es un gigante inalcanzable, propiedad de los países desarrollados. Se busca mostrar los adelantos científicos, alcanzados con recursos disponibles.

Como todas las salas de Explora, se busca crear en el visitante una posición crítica y generar cuestionamientos alrededor de la tecnología, por medio de experiencias lúdicas e interactivas que estimulen los sentidos y la creatividad.

El acercarse a estos conocimientos permitirá a los visitantes crear una conciencia tecnológica y cuestionarse frente a estos adelantos, apropiándose de ellos para mejorar su calidad de vida.

Uno de los temas que el visitante podrá encontrar en esta sala es la Nanotecnología.

3. NANOTECNOLOGÍA

La nanotecnología estudia partículas del tamaño de una millonésima parte de un milímetro, medida conocida como

nanómetro. Esto permite manipular las propiedades físicas y químicas de la materia y modificarlas para crear materiales con propiedades sorprendentes.

Las posibles aplicaciones de este tipo de tecnología se encuentran en campos tan variados como la medicina, la genética, la computación, la ingeniería civil, entre muchas otras que están por explorarse. Debido a esto se ha definido como una tecnología de propósito general ya que tiene un impacto significativo en la gran mayoría de los campos e industrias.

La investigación y desarrollo en este campo está dirigida a la creación de nuevos y mejorados productos, como materiales, sistemas y equipos que puedan tomar ventaja de estas técnicas y procedimientos para incrementar sus características y ventajas sobre otros productos existentes.

3.1 Fluidos Inteligentes

La investigación de nuevos materiales utilizando la nanotecnología es una rama muy amplia de las aplicaciones de este conjunto de técnicas nacientes.

Los desarrollos que se han alcanzado son una pequeña muestra de lo que se puede lograr al manipular las propiedades físicas y químicas de los componentes. Los fluidos inteligentes, las aleaciones con memoria de firma y

los materiales piezoeléctricos forman parte de la categoría de materiales inteligentes.

Existen dos clases principales de fluidos inteligentes, los Fluido Magneto-Reológicos (MRF) y los Fluidos Electro-Reológicos (ERF).

Los MRF están compuestos por diminutas partículas metálicas que se encuentran en un rango de tamaño entre 0.1 y 10 μ m, suspendidas en un líquido. Estas partículas reaccionan en presencia de campos magnéticos, cambiando la consistencia líquida inicial el MRF por una textura pastosa, hasta solidificarse dependiendo de la intensidad del campo magnético. Una vez este campo es retirado, el MRF vuelve a su estado líquido instantáneamente.

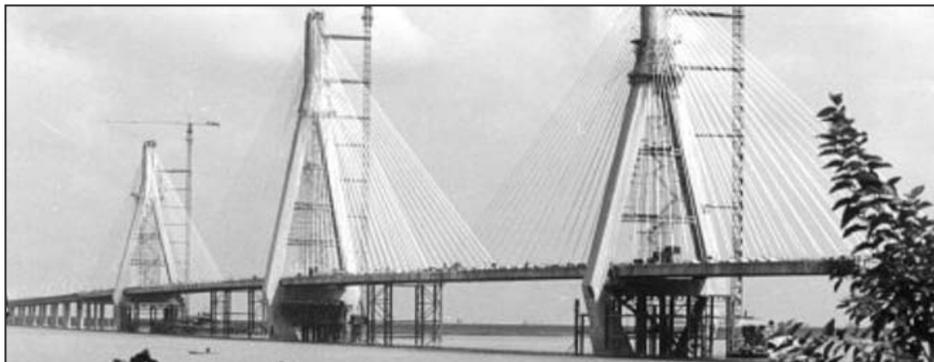
Los ERF son casi idénticos a los MRF. Las partículas contenidas comprenden un rango de hasta 50 μ m. Se produce el mismo efecto de cambio de consistencia y densidad, pero en los ERF ocurre cuando se les aplica un campo eléctrico.

Estos dos materiales, tienen diferentes características pero se comportan de una manera muy similar, son complementarios, ya que cada uno tiene ventajas y desventajas en algunos campos lo que les permite tener diferentes aplicaciones.

Los EF por ejemplo, permiten el menor tamaño de elementos actuadores, mientras que los MRF pueden soportar fuerzas mayores que los EF.

FIGURA 3

El puente del lago Dong Ting en china está equipado con absorbentes de impacto de MRF para contrarrestar los fuertes vientos.



Fuente: Lord Corporation http://science.nasa.gov/headlines/y2002/23aug_mrfluids.htm

3.2 Ferrofluidos

En la misma línea de los fluidos inteligentes, se encuentran los ferrofluidos (FF), un material similar a los MRF. La diferencia principal entre estos dos fluidos inteligentes radica en que los MRF se solidifican en presencia de un campo magnético, mientras que los FF mantienen un estado líquido un visiblemente más denso que en su estado natural, por lo que en presencia de un campo magnético pueden forzarse a fluir por un camino determinado.

FIGURA 4
Ferrofluido magnetizado por un electroimán



Fuente: http://web.rosa.ro/english/general/News/2000/emagnetic_bacteria.htm

De esta forma, las partículas contenidas en los FF no forman cadenas bajo la acción de un campo magnético. Dentro del FF el movimiento aleatorio de las partículas magnéticas resulta mucho mayor que la fuerza que ejerce el campo para que se unan. Debido a esto, la viscosidad del fluido no se modifica aunque visualmente parezca más denso. El comportamiento de las partículas será altamente influenciado por el campo magnético más fuerte, de esta manera, el FF migrará hacia un campo magnético que presente cargas más altas.

Concretamente, un FF es un líquido que se polariza en la presencia de un campo magnético. Está compuesto por partículas ferromagnéticas de tamaño nanoscópico

suspendidas en un líquido portador, usualmente un solvente orgánico o agua. Por lo general las nanopartículas magnéticas son recubiertas por una sustancia que evita que se adhieran unas a otras cuando se les aplica un campo magnético. A pesar de su nombre, los FF no presentan ferromagnetismo, ya que no retienen el magnetismo una vez se retira el campo magnético. Al contrario, el efecto que se da en los FF es el paramagnetismo, y se han llegado a denominar superparamagéticos debido a su alta susceptibilidad magnética. Esta condición y la baja histéresis que presentan son las principales características de los FF, lo que produce que instantáneamente, al aplicarle un campo magnético, forme figuras tridimensionales y patrones de líneas cuando se encuentran confinados entre dos sustratos delgados, como dos placas de vidrio. Una vez se retira el campo magnético, inmediatamente vuelve a su estado fluido natural.

Fueron descubiertos inicialmente en los años 60 en el Centro de Investigación de la NASA, donde científicos investigaban diferentes métodos de controlar líquidos en el espacio.

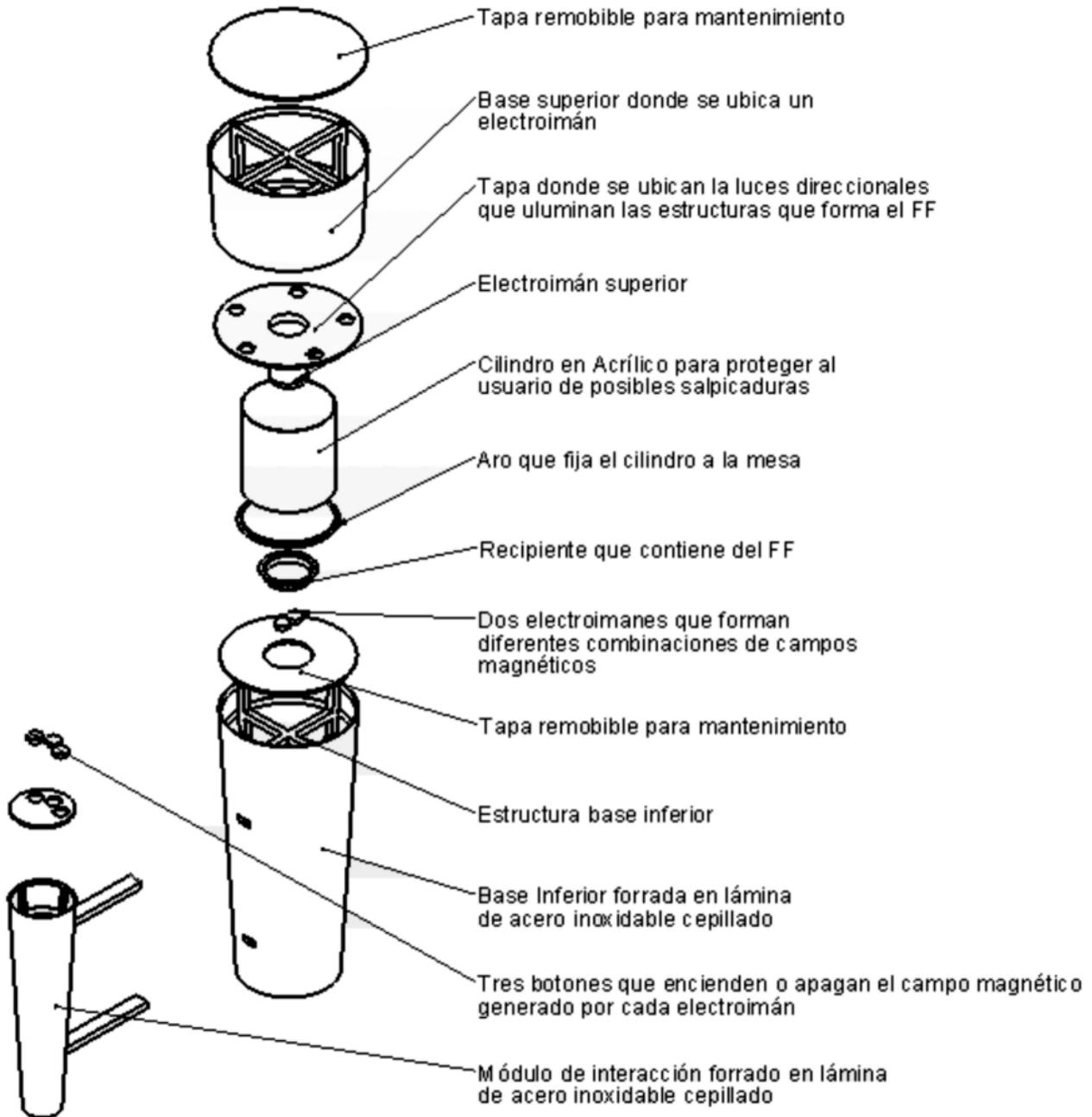
La tecnología de los fluidos magnéticamente susceptibles puede ser aplicada en casi todas las áreas del conocimiento humano, la ciencia y la tecnología. Entre estas se encuentran aplicaciones en la óptica, la impresión, defensa, aplicaciones biomédicas, tecnologías de audio, sellos mecánicos, entre otros.

4. DESARROLLO DEL PRODUCTO

Con la investigación presentada anteriormente se construyeron unas especificaciones de diseño para el desarrollo de una máquina interactiva que cumpliera con los requerimientos museográficos y los deseos y demandas del Parque Explora y de los visitantes del museo interactivo.

Después del desarrollo de la metodología propuesta por Ulrich y Eppinger, siguiendo los parámetros detallados en el libro *Product Design and Development*, para lograr la solución más adecuada y viable para resolver el problema de diseño. Finalmente se llegó a la siguiente propuesta:

FIGURA 5
Vista en explosión de la máquina interactiva



Fuente: Juliana Arias González

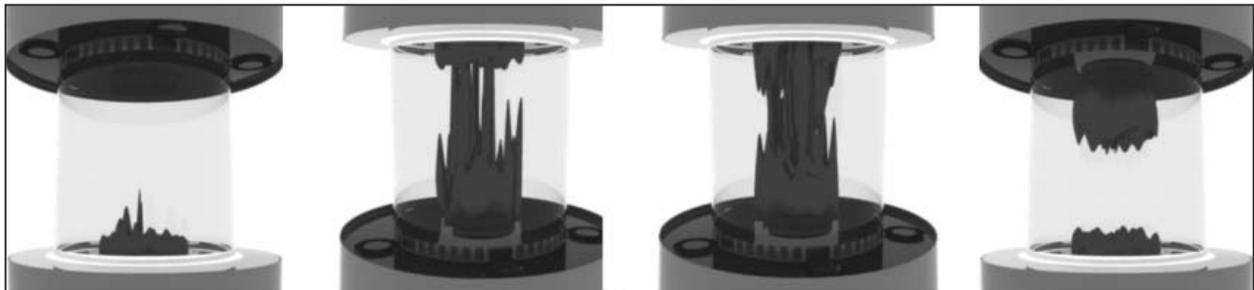
Como parte del alcance propuesto en el proyecto de grado se construyó un modelo funcional que permite al usuario interactuar con el ferrofluido y comprender su funcionamiento.

FIGURA 6
Propuesta final, propuesta de ubicación en la sala



Fuente: Juliana Arias González

FIGURA 7
Propuesta final, propuesta secuencia de operación



Fuente: Juliana Arias González

CONCLUSIONES

Durante el desarrollo de este trabajo se diseñó y construyó un modelo funcional de una máquina interactiva que ejemplifica los diferentes fenómenos que se generan con campos magnéticos en fluidos magnéticamente susceptibles. Por medio del desarrollo de la metodología de diseño propuesta por Ulrich y Eppinger, los lineamientos propuestos por el Parque Explora Medellín, y los factores determinantes en el diseño de experiencias para museos interactivos recopilados

en el análisis de las oportunidades del mercado, permitieron que el producto cumpla con las necesidades y deseos de los usuarios y las necesidades museográficas específicas del Parque Explora Medellín.

La investigación y documentación del fenómeno permitió explorar diferentes aspectos de la nanotecnología con lo que se logró estructurar la experiencia alrededor de una base teórica verificable.

Durante el desarrollo de la metodología se logró integrar una forma estética coherente con un lenguaje tecnológico, y los mecanismos que permiten que la máquina funcione perfectamente. Emplear una metodología es una excelente forma de conducir un diseño a la mejor solución posible, pero esta metodología en especial está compuesta por algunos pasos que pueden llegar a obviarse en determinado momento y hacerse mentalmente para ahorrar tiempo en el desarrollo de una máquina interactiva.

El diseño de una experiencia interactiva está compuesto por un gran número de variables que deben ser integradas para conformar un todo. Desde el fenómeno que se ejemplifica o demuestra, hasta el soporte teórico y operativo, se debe dar cuenta de un mismo lenguaje gráfico y visual que le permita al usuario identificar los componentes, abstraer el mensaje y formularse nuevos interrogantes que lo lleven a indagar más acerca del tema.

El análisis museográfico realizado durante el presente trabajo permitió identificar los puntos claves para el desarrollo de la experiencia del museo. Al entender la experiencia como un conjunto integral de elementos se logra transmitir el fenómeno al usuario de una forma clara y concreta.

Debido a los altos costos de las bobinas, el modelo que se construyó ilustra sólo la parte inferior del fenómeno. En la Figura 66 se ilustra la secuencia propuesta con dos bobinas en la parte inferior y una bobina con mayor potencia en la parte superior de la máquina.

Se pueden lograr efectos interesantes desplazando los campos magnéticos en el eje x, y o z.

Al variar la intensidad del campo magnético los efectos generados permiten al usuario comprender la influencia de la intensidad del campo en el fluido.

El módulo debe ponerse al suelo para evitar inestabilidad durante el uso.

Por medio de una cámara y un video beam se pueden proyectar las figuras en pantallas de gran formato o paredes que atraigan a los visitantes desde puntos distantes de la sala.

BIBLIOGRAFÍA

Carlos Camacho Gaos, Propuesta de estudio de mercado: Factibilidad, Operación y Comercialización de un PARQUE INTERACTIVO y ACUARIO NACIONAL en la Ciudad de México. From: <http://www.anahuac.mx/economia/clases/parqueinteractivo.ppt>. Consulta: (10 junio de 2006)

Continuum Electromechanics, Fall 2004. From: <http://ocw.mit.edu/OcwWeb/Electrical-Engineering-and-Computer-Science/6-642Fall-2004/CourseHome/index.htm>. Consulta: (10 junio de 2006)

Cross, Nigel. Wiley, Limusa (1999). Métodos de diseño, Nigel Cross

Explora XII (2005). Presentación de power point.

Falk, John H. Dierking, Lynn D. "Learning from Museums: Visitor Experiences and the Making of Meaning". American Association for State and Local History Book Series. 2000. 272p.

Fluid morphs into startling designs, surprising MIT researchers. From: <http://web.mit.edu/newsoffice/2003/ferrofluid-0205.html> Consulta: (09 junio de 2006)

How to Make Liquid Magnets – Introduction, From: <http://chemistry.about.com/od/demonstrationexperiments/ss/liquidmagnet.htm> Consulta: (06 junio de 2006)

Liliput, red de pequeños museos interactivos de Colombia y Ecuador. From: <http://www.mluduspop.org/> Consulta: (08 junio de 2006)

Lord Corporation, MR Technology Description. From: <http://www.lord.com/Default.aspx?tabid=2037> Consulta: (09 junio de 2006)

Materiales Inteligentes – los materiales del futuro. From: http://www.tudiscovery.com/guia_tecnologia/materiales_basicos/materiales_inteligentes/index.shtml. Consulta: (10 junio de 2006)

McLean, Kathleen. Planning for People in Museum Exhibitions. Asociation of Science-Technology Centers. 1993. 195p.

Miles, Roger, "Communicating Science to the Public", Nueva York. John Wiley and Sons, 1987. 117, 118p.

Mikell P. Groover, Prentice Hall (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna, Materiales, Procesos y Sistemas.

MIT, Fluid morphs into startling designs, surprising MIT researchers From: <http://web.mit.edu/newsoffice/2003/ferrofluid-0205.html>. Consulta: (06 junio de 2006)

Nanotech exhibit opens at UW-Madison. From: <http://www.google.com/u/mrsec?hl=es&ie=ISO-8859-1&q=ferrofluids+exhibit>. Consulta: (10 junio de 2006)

NASA, Amazing Magnetic Fluids. From: http://science.nasa.gov/headlines/y2002/23aug_MRfluids.htm. Consulta: (09 junio de 2006)

NASA, Astronauts onboard the International Space Station are studying strange fluids that might one day flow in the veins of robots and help buildings resist earthquakes. From: http://spaceresearch.nasa.gov/general_info/23aug_MRfluids_lite.html Consulta: (06 junio de 2006)

National Nanotechnology Initiative. From: <http://nano.gov/html/facts/appsprod.html>. (Consulta: 10 junio de 2006)

Parque Explora: El Gran Proyecto Educativo, Cultural Y Urbano De Los Antioqueños De Cara Al Siglo XXI. From: www.cta.org.co/publicaciones/explora.pdf Consulta: (08 junio de 2006)

Schmilchuk, Graciela. II El estudio del público: VENTURAS Y DESVENTURAS DE LOS ESTUDIOS DE PÚBLICOS. From: http://museosdevenezuela.org/Documentos/3Publicos/MuseosPublico006_1.shtml. Consulta: (08 junio de 2006).

Smart Materials. From: http://www.cs.ualberta.ca/~database/MEMS/sma_mems/smrt.html. Consulta: (10 junio de 2006)

Turner, Janelle. *Oportunity for Partnership. Technology Innovation* From: <http://nctn.hq.nasa.gov/innovation/innovation116/5-opportunity.html> Consulta: (06 junio de 2006)

Ulrich, Karl T. y Eppinger, Steven D. Diseño y desarrollo de productos: enfoque multidisciplinario. 3ed. México DF: McGraw Hill, 2004. p. 12 –22, p.71-85.

Yunén, Rafael Emilio ¿MUSEOLOGÍA NUEVA?, ¡MUSEOGRAFÍA NUEVA!. From: <http://www.nuevamuseologia.com.ar/RafaelYunen.htm>. Consulta: (10 junio de 2006)

DISEÑO DE UN SISTEMA DE ENRAQUE DE PERFILES DE ALUMINIO EN EL PROCESO DE PINTURA ELECTROSTÁTICA PARA LA EMPRESA EMMA Y CIA S.A.

AUTOR

DANIEL MONTIEL MEDINA
dmontiel@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

El presente artículo compila la información consignada en el proyecto de grado referente al diseño de un sistema de enraque de perfiles de aluminio en el proceso de pintura electrostática para la empresa Emma y CIA S.A. Este proyecto nació a partir de una necesidad existente en uno de los procesos productivos de la empresa Emma y CIA S.A. Específicamente en el proceso de pintura electrostática, el cual requiere de un sistema de enraque de perfiles que sea muy eficiente en tiempo y cantidad de perfiles pintados, situación que en el momento se hace manualmente y con gancheras de baja eficiencia y calidad.

A partir de esta necesidad existente en la empresa y teniendo en cuenta que en plantas similares en otras partes del país se tiene el mismo inconveniente, se decidió elaborar este proyecto de grado como una alternativa de solución con un sistema eficiente de enraque, aplicado a cualquier planta de pintura electrostática.

PALABRAS CLAVE

Enraque, pintura electrostática, perfilería de aluminio, Emma y CIA S.A, transporte y sujeción de perfiles de aluminio.

ABSTRACT

This article compiles the information necessary to explain the grade project about the design of a grasp system of aluminium profiles in the electrostatic paint process for Emma y CIA S.A. This project was born out of a necessity that existed in a production process of the company Emma y CIA S.A. specifically in the electrostatic paint process, which need a grasp system that be efficient in time and quantity for the profiles painted, activity that at this moment is done by hand and with hooks of low efficiency and quality.

Beginning from this necessity that existed at the company and taking into account that in similar plants in several parts of the country that all share the same problem, I decided to work on this grade project as an alternative solution with an efficient grasp system which could be applied at any electrostatic paint plant.

INTRODUCCIÓN

EMMA & CÍA S.A. (EMPRESA METALMECÁNICA DE ALUMINIO S.A.) nace en Colombia en el año de 1975 como empresa manufacturera de Productos en aluminio para la industria de la construcción con el nombre de *Celoplast*. Mas tarde, en 1985 se constituye como EMMA & CIA S.A. como empresa extrusora y manufacturera de aluminio cuyo enfoque comercial fue el de participar en el mercado nacional e internacional con perfilería de aluminio, esto hizo que la empresa se enfocara mas a la producción de perfilería como su negocio representativo, y con esto poder además abastecer su ya existente planta de manufactura y al mismo tiempo atender el mercado nacional con perfilería para la construcción, arquitectura y la industria en general.

Debido a que su mercado ha crecido, la empresa también ha adaptado nuevos procesos permitiendo obtener una mayor variedad de productos, calidad y formas de satisfacción a sus clientes. La última adaptación realizada es una planta de pintura electrostática, la cual constituye una de las proyecciones importantes de la empresa ya que esta es considerada en un mediano plazo como la principal fuente de ingresos de la compañía, dado el comportamiento o tendencia que tiene el mercado actual de la perfilería. Pero debido a problemas generados en una fase complementaria al proceso de pintura electrostática no se ha podido aprovechar al máximo la capacidad de la planta. Según registros de un estudio de este proceso productivo se identifica la fase de enraque como principal generador de problemas en el proceso, es así que se decidió iniciar con el diseño y desarrollo de un nuevo sistema de enraque que permitiera automatizar gran parte de este proceso.

Proyecto para el que EMMA & CIA S.A. decidió facilitar los recursos necesarios para su construcción, siempre y cuando este supiera las necesidades existentes en esta fase complementaria del proceso de pintura electrostática.

Por lo cual se usó de la mejor forma el conocimiento adquirido en la etapa de formación profesional como estudiante de ingeniería de diseño, desarrollando una propuesta útil y funcional, con un enfoque congruente a los conceptos recibidos durante la carrera.

El desarrollo del proyecto es de vital importancia tanto para la empresa EMMA & CIA S.A. como para las demás empresas manufactureras de perfiles de aluminio en Colombia las cuales poseen en sus procesos la fase de pintura electrostática, sector en donde no han desarrollado ni implantado sistemas alternativos para el enraque de sus perfiles.

1. ANTECEDENTES

La planta actual de pintura electrostática que funciona desde Junio 2004 fue adquirida con una capacidad teórica mensual de 350 toneladas / mes, y lo máximo que ha alcanzado hasta el momento han sido 180 toneladas / mes, se podría decir entonces que hay una perdida muy grande de la capacidad, y que puede lograrse un aumento significativo con un sistema eficiente de enraque.

Los siguientes aspectos son ejemplos de problemas existentes en esta fase:

- El proceso de enraque no es ágil y se generan grandes retrasos.
- Existe una mala sujeción de los perfiles de aluminio.
- Hay Caídas de los perfiles dentro el horno en la fase de curado.
- Daños en las gancheras generan perdidas de producción.
- La relación de los metros cuadrados pintados y las horas de trabajo de los operarios requeridos para el enraque, no es la más óptima.

El sistema de enraque actual se basa en unas gancheras que varían según la referencia de cada perfil que se va pintar. En estas gancheras son ubicados los perfiles manualmente (perfiles de 6 m de largo) a través de dos operarios los cuales colocan uno por uno los perfiles sobre cada gancho. (Ver figura 1).

Previo al enganche de los perfiles, los operarios ubican las gancheras a utilizar a cada extremo del bastidor (el bastidor es el elemento que se encarga de transportar los perfiles por todo el ciclo de pintura) a una distancia entre ellas de 4m, con el fin de que en el momento de colocar los perfiles se reduzca la curva catenaria producida por la gravedad.

FIGURA 1
Enganche de perfiles



2. SISTEMA DE ENRAQUE

El área de enraque es un proceso complementario al proceso de pintura electrostática y varía según el uso que se le vaya a dar a la planta de pintura, lo cual depende básicamente del tipo de producto que se vaya a pintar. En la actualidad existen diferentes formas de enraque que varía según el producto y las especificaciones de la planta. Existen plantas de pintura que se diseñan en forma vertical, lo que permite ahorrar espacio dentro de la planta de producción, pero implica costos más altos para su construcción y puesta en marcha. Para este tipo de plantas se utiliza un sistema de enganche que permite sujetar todos los perfiles ya sea presionando por medio de pinzas o mordazas, o también utilizando ganchos. Esto dependiendo de las especificaciones del producto y de las condiciones requeridas por los clientes.

Por otra parte las plantas de pintura horizontales pueden abarcar un área mayor dentro de una planta de producción, pero puede salir más económica que una planta vertical.

En Emma y CIA. S.A. la planta de pintura electrostática es horizontal por lo que los perfiles tienen que ser colocados de forma horizontal. La planta de pintura en Emma está diseñada y programada para pintar en su mayoría, perfiles de 6 metros de longitud. La actividad de enganche de esta planta se basa en gancheras que varían según la referencia del perfil a pintar, y para las cuales se les ha destinado un espacio para su almacenamiento debido a la gran cantidad de gancheras que existen.

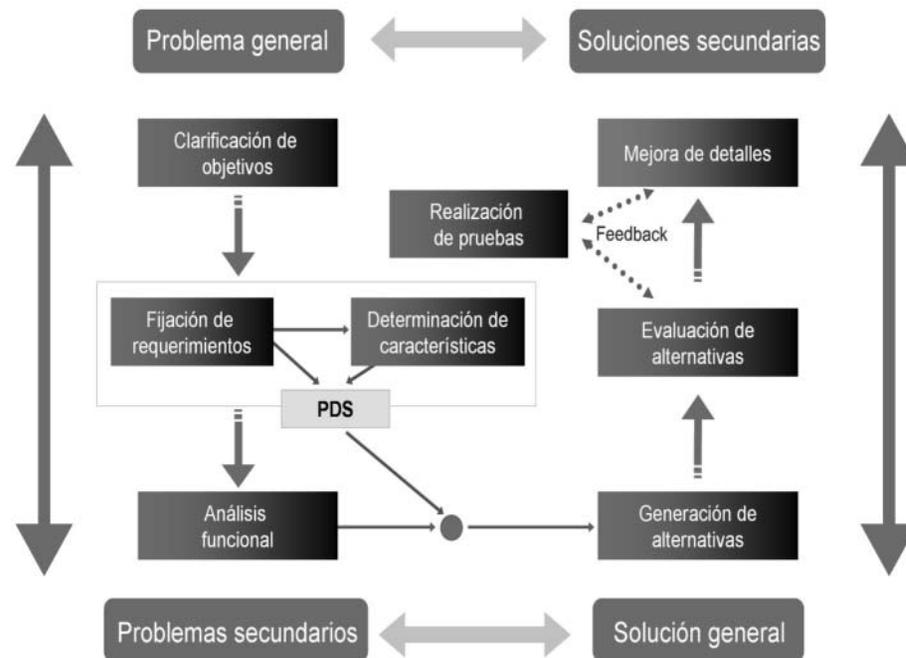
3. DESARROLLO DE LA PROPUESTA Y METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la propuesta se utilizó como principal herramienta la metodología propuesta por Nigel Cross en su libro "Métodos de Diseño" (1995) con la cual se realizó una exploración conceptual del sistema de enraque y se definieron las alternativas solución que fueron evaluadas posteriormente. La figura 2 sintetiza gráficamente la metodología utilizada. El esquema abordado se seleccionó principalmente porque se basa en los métodos que se encuentran dentro de un marco de referencia lógico, produciendo un enfoque sistemático en el diseño donde todas las etapas parten de la interpretación conceptual de los problemas de diseño.

De la exploración y planteamiento conceptual del sistema se originaron tres posibles soluciones que fueron evaluadas desde varias perspectivas como: costos, cumplimiento de los objetivos del proyecto, entre otros.

Luego de depurar las alternativas, fue elegida una de ellas como propuesta final. Se realizaron pruebas con respecto a su funcionamiento y a partir de la teoría y principios físicos explorados y elaborados en el marco teórico más los experimentos y pruebas realizadas a los modelos funcionales se adquirió la experiencia y conocimiento para elaborar la alternativa definitiva.

FIGURA 2
Proceso de diseño para el desarrollo del proyecto, inspirado en el modelo simétrico de problema / solución, planteado en el libro "Métodos de Diseño" de Nigel Cross (1995)



4. PROPUESTA DEFINITIVA

A partir de los conocimientos, experiencias y avances alcanzados a lo largo de la investigación se llegó al diseño del sistema definitivo, como resultado de un proceso de aprendizaje donde fue necesario evaluar diferentes sistemas, procesos, materiales, entre otros, para llegar a la aplicación

de la investigación objetivo de este proyecto, sin embargo el aprendizaje aún continúa.

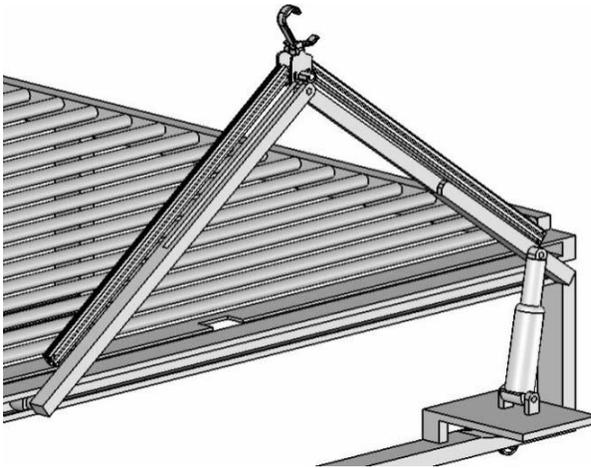
El sistema de enraque diseñado consta de una mesa mecánica la cual se encarga de realizar las funciones de sujeción y transporte de perfiles de aluminio (figura 3).

FIGURA 3. Mesa mecánica



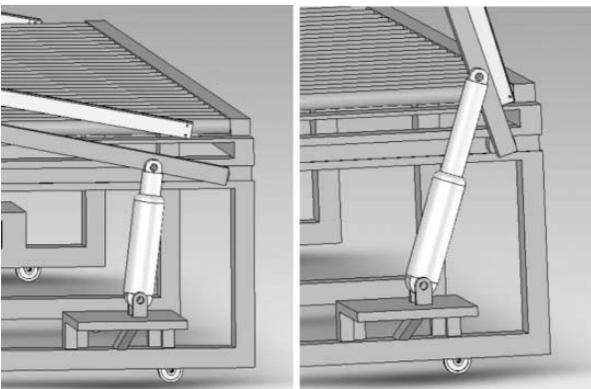
El transporte es desarrollado a través de dos brazos mecánicos articulados (figura 4).

FIGURA 4
Brazos articulados



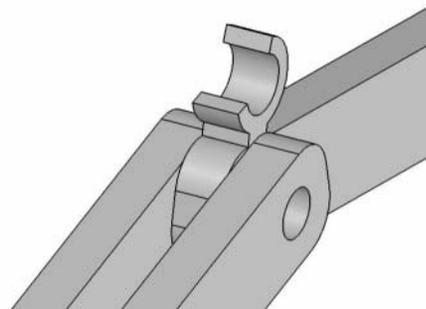
Sus movimientos son generados por dos actuadores neumáticos ensamblados diagonalmente sobre la barra fijada al pivote, permitiendo convertir el movimiento lineal del pistón neumático en un movimiento angular de las barras (figura 5).

FIGURA 5
Movimiento actuadores



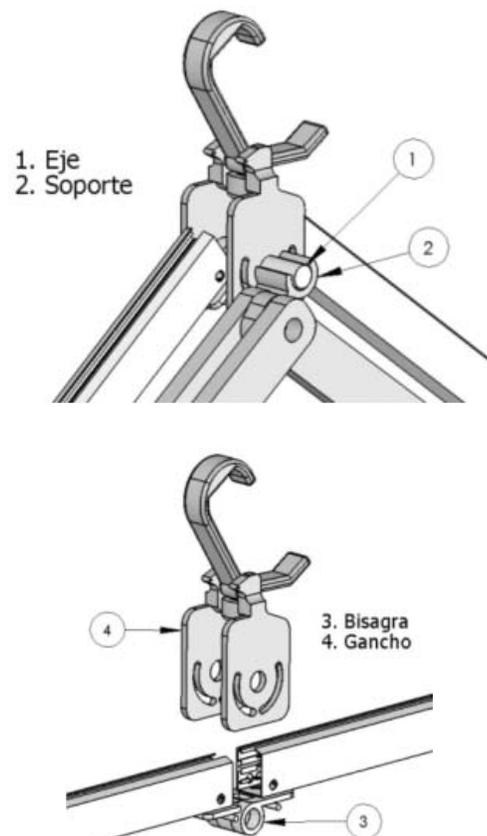
La función de los brazos mecánicos es de transportar los perfiles hasta los bastidores una vez se encuentran sujetos. El sistema de sujeción se ensambla con los brazos utilizando dos soportes. (Figura 6).

FIGURA 6
Soporte



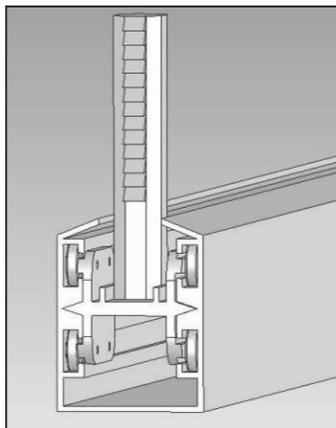
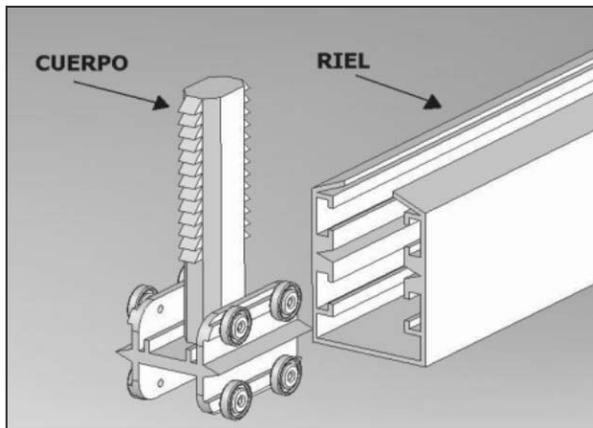
El sistema de sujeción está constituido por cuatro rieles de aluminio abisagrados de a dos por cada brazo, por lo que se mueven y se trasladan a la par del movimiento de los brazos. (Ver figura 7)

FIGURA 7
Ensamble sistema de sujeción



Los rieles se encuentran unidos con bisagras en uno de sus extremos, extremos en los cuales se permite el acceso de unos cuerpos o elementos de sujeción que se van deslizando sobre los rieles por medio de pequeños rodamientos que facilitan su desplazamiento (Ver figura 8).

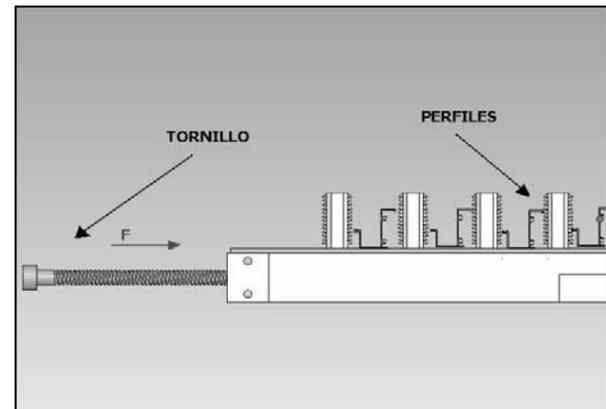
FIGURA 8
Ensamble cuerpo-riel



El número de cuerpos que se deben introducir sobre los rieles depende básicamente del perfil que se vaya a sujetar (depende del tamaño del perfil).

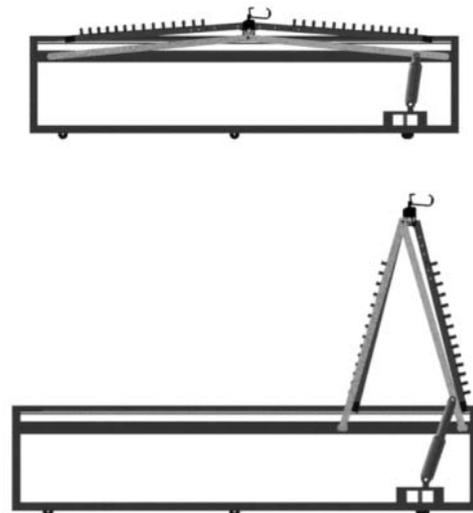
La sujeción de los perfiles es realizada por una presión transmitida por el giro del tornillo ubicado a cada extremo de los cuatro rieles y el cual impulsa cada cuerpo sobre los perfiles hasta quedar lo suficientemente presionados (Ver figura 9).

FIGURA 9
Mecanismo de sujeción



Después de haber realizado el proceso de sujeción los perfiles están listos para ser transportados hasta los bastidores por medio de los brazos mecánicos. Al accionar los actuadores de los brazos los rieles empiezan a girar y a tratar de unirse hasta quedar casi juntos, en ese instante se detienen los actuadores (Ver figura 10).

FIGURA 10
Transporte de perfiles



Se continúa subiendo los perfiles hasta que los ganchos móviles (figura 11) ubicados en el sistema de enganche empiecen a accionar su sistema de trinquete.

FIGURA 11
Gancho móvil



El funcionamiento del gancho consta en hacer girar un trinquete por medio de un movimiento vertical hasta lograr su estado de empotramiento. En este estado de empotramiento el gancho por el mismo giro realizado 45° se encuentra ubicado por encima del bastidor, momento en el cual se prosigue a bajar el gancho y ubicarlo sobre el bastidor (figura 12 y 13).

FIGURA 12
Componentes gancho

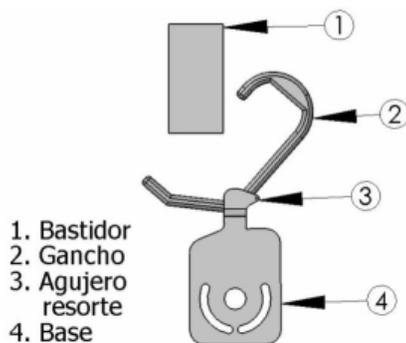
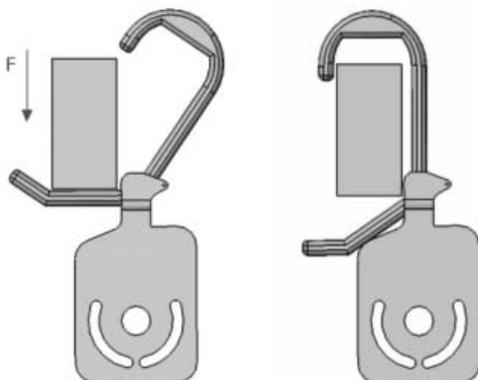


FIGURA 13
Movimiento gancho



Una vez el gancho se haya accionado el sistema de enganche es desensamblado y retirado de los brazos mecánicos quedando libre y listo para ser transportado por las diferentes fases del proceso de pintura electrostática.

CONCLUSIONES

- Se realiza una propuesta viable para la empresa Emma y CIA S.A de un nuevo sistema de enraque de perfiles de aluminio para la planta de pintura electrostática, cumpliendo con las expectativas y deseos expuestos para su elaboración.
- El conocimiento real del proceso de pintura electrostática, en conjunto con todas sus necesidades de operación al igual que la forma física de actividades por parte de los empleados; permite generar una propuesta de diseño viable para solucionar cualquier problema que se presente en el proceso que impida ser eficiente desde el punto de vista de producción.
- Los objetivos planteados son la referencia para estimar el desarrollo del avance y el resultado al que se logró con la culminación de este proyecto.
- Se consiguió explorar la tecnología de sistemas de sujeción de perfiles, comprender los principios mecánicos y comprobar experimentalmente los planteamientos conceptuales. El análisis realizado proporcionó herramientas suficientes para concebir y proponer una posible aplicación para la empresa Emma y CIA S.A de un nuevo sistema de enraque y por que no para la industria Colombiana dedicada a la producción de perfilería de aluminio.
- Se elabora un nuevo sistema de sujeción, con la gran ventaja de ser universal y de permitir sujetar de igual manera todas las referencias de perfiles utilizadas en el proceso de pintura electrostática. Actividad que actualmente es realizada utilizando gancheras diferentes para cada referencia de perfil
- A nivel de análisis se cumplió el objetivo, porque la información consignada en este trabajo de grado es un verdadero aporte al conocimiento local (este documento

es un primer paso para la realización de nuevas formas de sujeción de perfiles de aluminio para el proceso de pintura electrostática).

- Al decidir realizar este proyecto, la innovación no fue una elección sino que se convirtió en una herramienta fundamental porque el tema planteado y desarrollado es nuevo en el marco de referencia local.
- Con este proyecto de grado se logra demostrar que pueden existir nuevas alternativas viables en el desarrollo de sistemas de enraque de perfiles que pueden suplir las necesidades generadas por los sistemas utilizados actualmente. Se comprobó que es posible diseñar un nuevo sistema de enraque de perfiles acorde con la infraestructura y recursos disponibles en la empresa Emma y CIA S.A.
- Cualquier alternativa de solución en el diseño implica investigar para adquirir nuevos conocimientos en campos alternos al centro de la propuesta inicial.
- Esta fue la tesis propuesta y aunque en los inicios del proyecto no se tuvo certeza en poder encontrar una alternativa viable por la cantidad de requerimientos que un diseño en esta área implica, el efecto del conocimiento, perseverancia, pasión y confianza que de mi parte se le dedico al desarrollo de este proyecto se logró demostrar que si es posible.

BIBLIOGRAFÍA

KRICK, Edward V. Introducción a la ingeniería y al diseño en ingeniería. México, D.F: Editorial limusa, (2001). 240 p.

Oficina internacional del trabajo. Introducción al estudio del trabajo. Cuarta edición. Ginebra, Suiza: Editorial Limusa s.a. (2000). 522 p.

GÓMEZ, Jorge. Jefe área de pintura Emma y CIA S.A. Planta de pintura electrostática Emma y CIA S.A. (2005).

GÓMEZ, Jorge. Jefe área de pintura Emma y CIA S.A. Proceso de pintura electrostática.

GERLING, Henrich. Alrededor de las máquinas y herramientas. Reverté. S.A editorial.

CROSS, Nigel Métodos de Diseño, estrategias para el diseño de productos. México D. F.: Limusa/Wiley; (1995).

PUGH, Stuart. Total Design. Harlow UK: Addison Weasley, (1991).

ULRICH, Karl and EPPINGER, Steven. Product Design and Development. McGraw-Hill Inc. (1995).

ROOZENBURG, N.F.M & EEKELS, J. Product Design: Fundamentals and Methods. Chichester UK: John Wiley & Sons. (1995).

HERNÁNDEZ, María Cristina. Product Design Specifications. En: Memorias de la materia Especificaciones para el diseño de productos; Medellín: Ingeniería de Diseño de Producto – EAFIT.

REALIZACIÓN DE PROYECTO DE EMPRESA PARA LA CONSTRUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE CUBIERTAS PROTECTORAS PARA MOTOCICLETAS (YAMAHA BWS)

AUTORES

ESTEBAN GÓMEZ RAMÍREZ
egomezra@eafit.edu.co

ALEJANDRO MEJÍA ARANGO
amejjaar@eafit.edu.co

AREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

En este informe se exponen las diferentes etapas del proceso de desarrollo de una cubierta protectora, removible y acoplable a motocicletas de producción nacional (Yamaha BWS 100), así como el cumplimiento de los objetivos expuestos posteriormente.

En este artículo se encontrará los parámetros necesarios para ayudar al nacimiento empresarial de esta idea de negocio, donde se analizan factores como: El sector al cual esta dirigido el producto y estudios de mercado que nos brindan información importante de la clientela objetiva del producto y características del mercado a atacar, características económicas de venta, compra y distribución donde se analizan costos, precio de venta y finalmente la viabilidad económica del proyecto.

Contiene también un proceso de desarrollo de producto donde se comienza con unas pruebas técnicas del prototipo existente y posterior proceso de rediseño para llegar a un modelo definitivo el cual se somete a pruebas de usuario bajo condiciones normales de utilización y simulaciones virtuales de resistencia con elementos finitos.

Todo ésto para tener toda la información y estrategias necesarias para la formación de empresa y generar un nuevo producto con un alto grado de innovación y éxito en el mercado colombiano.

PALABRAS CLAVE

Yamaha BWS 100, proceso de desarrollo, idea de negocio, cubierta protectora, removible y acoplable a motocicletas, *diseño, ingeniería de diseño.*

ABSTRACT

In this report the different stages of the development process are exposed from a *protector cover*, removable and connectable for motorcycles of national production (Yamaha BWS 100), as well as the execution of the exposed objectives later on.

In this article will be exposed the necessary parameters to help the enterprise birth of this business idea, where factors are analyzed like: The sector to which is directed to the product and studies of market that offers important information of the objective customer of the product and characteristics of the market focus, economic characteristics of sale, buys and distribution where costs and sale price are analyzed, and finally the economic viability of the project.

It also has a development process of product that starts with a technical prototype test and a following redesign process to develop a final functional product that is submitted to an user test under normal conditions of use and virtual simulations of resistance with finite elements.

All this to acquire all the information and necessary strategies for the company formation and generation of a new product with a high degree of innovation and success in the Colombian market.

KEY WORDS

Yamaha BWS 100, process of development, business idea, *protector cover*, removable and connectable to motorcycles, *design, product design engineering*.

INTRODUCCIÓN

Gracias al conocimiento adquirido en la carrera ingeniería de diseño de producto y observando las necesidades y problemas en el mercado local, se plantea un proyecto de grado que permita desarrollar e implementar todas las metodologías y capacidades adquiridas en el transcurso de 10 semestres, buscando el aporte de soluciones eficaces al entorno laboral e implementando innovación y diferenciación de productos a campos posiblemente no explorados, con una visión amplia y abierta hacia la creación de empresa, aportando un grano de arena en el incremento laboral y desarrollo humano para las personas de la ciudad de Medellín.

El desarrollo de este producto surge con la necesidad de satisfacer a un público objetivo compuesto inicialmente por los motociclistas de la ciudad de Medellín, quienes encuentran las variaciones climáticas como un problema más a la hora de transportarse en su motocicleta. Cabe mencionar que inicialmente el producto esta dirigido a motocicletas marca Yamaha referencia BWS, debido a que esta marca fue la que apoyó el proyecto desde un principio y los miembros del proyecto creen pertinente tener fidelidad hacia esta. Posteriormente se harán estudios enfocados hacia otro tipo de marcas como Suzuki, Honda, Kimco, etc, las cuales también poseen motocicletas tipo scooter y tienen alto número de ventas.

Gracias a la metodología seleccionada se pudo desarrollar un producto útil para el mercado, teniendo en cuenta factores como mercadeo, entorno innovación, estética, procesos productivos, costos, entre otros. Los cuales lograran generar mayor comodidad a sus usuarios, incrementar las ventas a empresas productoras de motocicletas y permitirán el nacimiento de una empresa enfocada hacia el diseño y desarrollo de productos.

1. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La movilidad por la red vehicular de la ciudad de Medellín se ha convertido en un problema difícil de solucionar, que con el tiempo a tenido diferentes propuestas con buenos resultados, como lo es el metro de Medellín, solución que en parte contribuye a mejorar las condiciones de movilidad de sus usuarios pero que lamentablemente no posee una red lo suficientemente amplia para cubrir la totalidad de la ciudad.

Razón por la cual es necesario buscar otros sistemas de transporte intermodales para complementar el sistema Metro y generar una red de transporte completa.

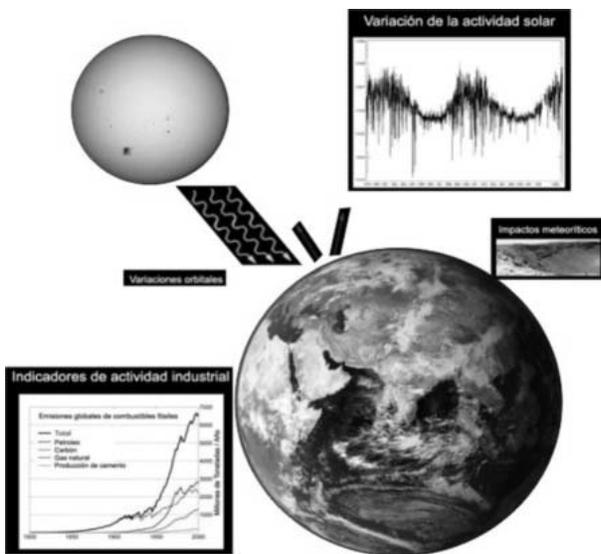
FIGURA 1
Congestión vehicular



Fuente: www.gettyimages.com

Al mismo tiempo cabe mencionar la falta de regulación y control de emisión de gases generando así grandes niveles de contaminación y contribuyendo con el calentamiento global (ver figura 2), factor que esta generando inestabilidad climática y por ende, incrementos en los problemas de salud como cáncer de piel generado por los rayos solares y problemas respiratorios producidos por respirar monóxido de carbono y por las partículas suspendidas (ver figura 2). Para más información ver anexos B, C y D.

FIGURA 2
Calentamiento global



Fuente: www.eswikipedia.org/wiki/cambio

Debido a problemas encontrados en los medios de transporte como el alto incremento en los costos de combustible, los altos tiempos que se generan al transportarse de un sitio a otro y la falta de espacio, se toma a la motocicleta como una de las principales alternativas para solucionar algunos de los problemas anteriormente mencionados. Este es un vehículo que ofrece menores tiempos de desplazamiento, mayor economía en combustible y facilidad de parqueo. Sin embargo presenta también factores desfavorables como inseguridad y falta de protección contra las condiciones climáticas. De ahí surge nómada; cubierta metálica de aluminio que brinda al usuario mayor protección contra el medio ambiente, por medio de una cubierta parabrisas en la parte frontal y superior. Este producto esta enfocado a motocicletas de producción nacional como la Yamaha BWS 100.

2. ANÁLISIS INICIAL DEL PRODUCTO

El primer y más importante paso para la creación de empresa es desarrollar una idea de negocio. Para esto se debe tener muy claro a donde se quiere llegar y que tipo de productos o servicios se quieren ofrecer.

Fue necesario tomarse cierto tiempo para analizar detalladamente las diferentes posibilidades y tomar decisiones que se relacionan con las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que puede llegar a enfrentar la empresa, así como también tener presente la importancia de analizar la competencia potencial, clientes, proveedores y productos sustitutos.

FIGURA 3
Primer prototipo funcional





Fuente: elaboración propia

Para poder satisfacer las necesidades de los clientes y llegar a ofrecer un producto digno de su uso, fue necesario desarrollar una encuesta cuantitativa la cual arrastrara datos que permitieran tomar decisiones. Con estos resultados se desarrolló un primer prototipo (ver figura 3) el cual ayudó a encontrar posibles soluciones para posteriores producciones.

Posteriormente se desarrolló una pequeña encuesta a profundidad para poder entender las características (calidades y desventajas) que permitieran identificar aquellos problemas sobre decisión de compra para la motocicleta y al mismo tiempo poder entender los gustos a la hora de interesarle a la persona un accesorio con las características del producto a desarrollar.

2.1 Conclusiones de encuesta cuantitativa

Se desarrolló una encuesta cuantitativa con la finalidad de encontrar datos de comportamiento y funcionalidad. A continuación se pueden observar algunas conclusiones de dicha encuesta:

De acuerdo a los resultados mostrados en el gráfico 1 se entiende que la mayoría de las personas que poseen motocicletas la utilizan frecuentemente con un promedio de 5 a 7 días a la semana. Estos datos son de gran importancia para el proyecto ya que dan a entender la importancia de este transporte para las personas, sin importar la condición climática.

El uso que más se le da a las motocicletas es el de transporte

en general, por lo que es necesario brindar a las personas posibilidades diferentes que permitan agilidad y al mismo tiempo confort al momento de trasladarse de un sitio a otro. Estas características pueden darse por medio de la cubierta. Según estos resultados se quiere dar a entender que la motocicleta debe estar en perfectas condiciones para no ser un medio de transporte inseguro. Además es responsabilidad de cada conductor velar por la seguridad propia ya que nadie esta libre de riesgos de accidentes. Los conductores deben tener mayor conciencia sobre el manejo, debido a que por ser los vehículos más pequeños, posiblemente la visibilidad sea menor por parte de aquellos más grandes como automóviles, buses y volquetas. Con la cubierta este riesgo se disminuiría.

TABLA 1

Ficha técnica de encuesta realizada

FICHA TÉCNICA	
Fecha de realización	Abril de 2005
Muestra	82 estudiantes de la universidad EAFIT dueños de motocicletas
Recolección de datos	Miembros de grupo nómada proyecto 8
Total encuestados	Hombres: 52 mujeres: 30

Fuente: elaboración propia.

2.2 Dofa (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas)

Se utilizó la herramienta DOFA para hacer un paralelo entre las características políticas, legales, demográficas, etc. que pueden influenciar al producto. A continuación se mostraran algunas de ellas.

Debilidades

La constitución de la empresa esta compuesta por 3 ingenieros de diseño de producto, lo cual puede ser una debilidad debido a la falta de un grupo interdisciplinario falto de diferentes profesionales con conocimientos administrativos, financieros, legales, etc. dicha falta puede llevar entorpecer el proceso de avance de la empresa.

Se lanzará al mercado un producto totalmente nuevo, elemento que puede causar un factor de duda muy relevante

en la mente del consumidor a la hora de adquirir la cubierta, por no conocer un historial del desempeño del mismo.

Oportunidades

Debido a las normas de pico y placa en las principales ciudades del país, generadas para mejorar el flujo vehicular, es posible que las personas tengan como segunda opción, poseer una motocicleta con cubierta para desplazarse fácilmente por la ciudad, eliminando problemas climáticos y de tiempo.

Las motocicletas chinas pueden ser una oportunidad, ya que entrarían al mercado motos tipo scooter que permitan adaptar la cubierta fácilmente.

Fortalezas

En Colombia no existen productos tipo accesorios con características similares, aspecto que le brinda la oportunidad a la cubierta de entrar como el primer producto en su categoría y posicionarse en la mente de los consumidores.

Por tratarse de un producto novedoso, se generará gran impacto en el mercado objetivo, elemento que facilitará las estrategias de comercialización y funcionará a favor del posicionamiento de la marca.

Amenazas

El reciente ingreso de dos motocicletas con techo incorporado en el país es una posible amenaza siempre y cuando las características de funcionamiento, comodidad y precio sean mejor que las propuestas por el producto desarrollado.

Las motocicletas chinas son una amenaza debido al precio reducido al cual ingresan al mercado colombiano. Esto hace que el cliente puede que no este dispuesto a pagar por un accesorio, una cuarta parte del precio total de la motocicleta.

2.3 Análisis del medio

Competencia

Actualmente en el mercado mundial existen varios vehículos con estas características como el BMW C1. Con un precio público en Colombia de \$35,000,000 de Pesos y en Europa de

\$7,000 Euros aproximadamente. Las ventas de este producto en Colombia son mínimas debido a su alto precio, pero en Europa es un medio de transporte eficiente y muy utilizado debido a sus excelentes prestaciones y a su accesible precio. Lamentablemente para la BMW y afortunadamente para el proyecto, esta es extremadamente costosa para el mercado Colombiano y sus posibles usuarios prefieren un automóvil que pueden adquirir por su mismo valor.

Recientemente podemos mencionar dos motocicletas cubiertas que ingresaron al mercado colombiano con características similares; estas son la Titania Milano 150 y la UM concept A1 150 (ver figura 4), ambas con precios que oscilan entre los 7 y 8 millones de pesos.

FIGURA 4

Competencia "um concept A1 y Titania milano 150cc"



Fuente: www.umamerican.com

Para el mercado colombiano luego de analizar la investigación de mercados realizada en proyecto 8, el producto tendría una notoria acogida y podría convertirse en una popular solución para la movilidad urbana.

Como productos sustitutos y que serían una competencia indirecta, se podrían mencionar los automóviles de bajo perfil y las motocicletas con características similares. Ambos representan soluciones muy diferentes con problemas que son solucionados y con rangos de precio diferentes, ya sea menor para las motocicletas con precios entre los \$5, 000,000 y los \$10, 000,000 o mayor para los automóviles con precios entre los \$10, 000,000 y \$20, 000,000.

Dentro del sector de los accesorios podríamos encontrar como productos sustitutos de la cubierta, los compartimentos de almacenamiento para motocicletas, los cascos protectores, y las chaquetas para motocicleta, pues estos de formas independientes y diferentes solucionan los problemas atacados con las cubiertas.

Proveedores

Los proveedores Y fabricantes para la construcción de Nómada serían principalmente almacenes locales con el fin de disminuir los costos en transporte y disminuir los tiempos de entrega del producto terminado.

Se buscará tener mínimo dos proveedores para cada materia prima logrando evitar monopolios y obligar a los diferentes proveedores a competir por precios. Este factor es considerado como importante para tener planes de emergencia en caso de incumplimiento para las entregas.

En la empresa se realizarán únicamente procesos de ensamble de producto terminado y pintura por lo que es de vital importancia tener cláusulas de confidencialidad con los diferentes proveedores para garantizar la protección intelectual de los diseños.

Se exigirán normas de cumplimiento para tiempos de entrega y se realizarán pagos cada 30 días sobre la mercancía entregada en el periodo.

Clientes

Gracias a la gran acogida en cuanto a la comercialización a nivel nacional de las motocicletas Yamaha BWS, se puede contar como mercado objetivo todas las personas que poseen dicha motocicleta o que están dispuestas a adquirirla en un futuro.

Para poder llegar a este mercado se puede contar con la base de datos de Incolmotos Yamaha para dar publicidad directa con explicaciones técnicas, ventajas y costo al público, por medio de correo de residencia o Internet.

También es posible llegar a los clientes utilizando las instalaciones de dicha empresa y demás concesionarios que comercialicen la marca, para ubicar el producto terminado en vitrinas y diferentes exposiciones realizadas en centros comerciales y demás lugares de la ciudad de Medellín. Posteriormente se buscará llegar al resto del país.

3. ANÁLISIS SECTORIAL Y ECONÓMICO

La estructura actual del sector de transporte, hablando concretamente de las motocicletas, cuenta con una gran variedad de marcas y opciones para el consumidor. La mayoría son importadas, y hay empresas como Incolomotos Yamaha que tienen su planta de ensamble en Colombia, donde actualmente ensambla y comercializa la BWS 100 con un promedio de ventas de 13.000 unidades/año, Mostrando a la moto como un medio de transporte muy utilizado en nuestro país, ya que es una forma rápida y económica de desplazarse.

FIGURA 5
Punto directo de fábrica Incolmotos Yamaha



Fuente: elaboración propia.

El proyecto puede estar considerado en diferentes sectores, pero inicialmente se podría ubicar en el sector de venta de motocicletas y accesorios para las mismas, pues su fuerza de ventas está directamente relacionada con el volumen de venta de motocicletas en el país.

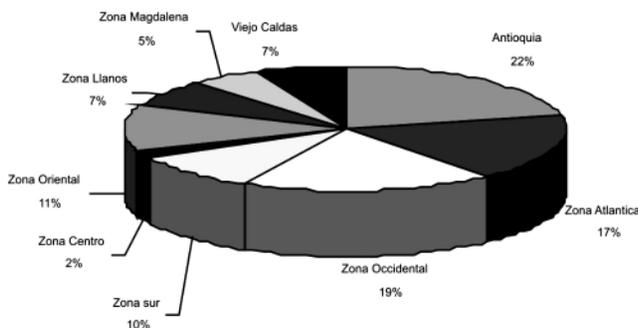
En el sector de los accesorios se toman principalmente productos sustitutos que pueden reemplazar las características de la cubierta como cascos protectores, chaquetas y compartimientos de almacenamiento para la motocicleta.

4. ESTUDIO DE MERCADO

Actualmente se considera como tamaño de mercado las motocicletas BWS nuevas y las motocicletas en circulación desde hace máximo tres años, es decir modelos desde 2003 en adelante, debido a que no es justificable para las personas la alta inversión que debe hacerse para motocicletas en estado defectuoso.

Actualmente Incolmotos Yamaha vende alrededor de 13.000 BWS al año en todo el territorio Colombiano.

GRÁFICO 1
Venta de Yamaha BWS por zona



Fuente: Incolmotos.

4.1 Público objetivo

Para la comercialización del producto se tiene un sector de mercado que puede ser muy representativo en volumen de venta de cubiertas y en la prestación de servicios.

Según datos brindados por Incolmotos, se seleccionó como público objetivo a estudiantes de universidades; esto gracias a que son las personas con mayor pertenencia de motocicletas referencia BWS. Dicho público recurre al uso diario de su motocicleta, encontrándose frecuentemente con problemas climáticos inestables, lo que hace que la cubierta sea un producto interesante a la hora de transportarse.

FIGURA 6
BMW C1



Fuente: www.imgquoka.de/81/011188081

5. ESTUDIO TÉCNICO

En el transcurso de 2 semestres se desarrolló el estudio pertinente para poder llegar a una solución adecuada con las características planteadas desde un principio.

A continuación se mostrarán los pasos que fueron necesarios para llegar a la solución final:

Inicialmente se realizó el desarrollo del concepto de diseño en asignaturas anteriores donde se comenzó con la idea de generar un vehículo intermedio entre la motocicleta y el automóvil (vehículo de dos ruedas con cubierta superior), luego de conocer la complejidad para el desarrollo de este tipo de vehículos en asignaturas como proyecto 5 y de conocer los problemas legales para poder poner en circulación un vehículo de estas características. Se decidió optar por utilizar una motocicleta de producción nacional y adaptarla para que cumpliera con estas características.

Finalmente se realizó un estudio con todas las motocicletas del mercado buscando tres condiciones fundamentales. Primero se buscó que tuviera la potencia necesaria para movilizar la motocicleta, dos pasajeros y la cubierta, segundo que tuviera

un volumen de ventas importante en el mercado Colombiano pues las ventas del producto estarían directamente relacionadas a esta y tercero que su tipología física le proporcionara al usuario protección en las piernas y que tuviera fácil acceso para la instalación de la cubierta.

5.1. Pruebas

Para el primer prototipo se desarrollaron pruebas de usuario comparativas con la motocicleta con y sin cubierta las cuales permitieron encontrar información de desempeño en consumo de combustible, peso, maniobrabilidad y aerodinámica.

Los datos encontrados arrojaron resultados despreciables al compararse la funcionalidad y economía utilizando una motocicleta con cubierta y otra sin ella. Esto indica que el producto no presenta mayores inconvenientes a la hora de conducirse y tampoco presenta decrecimientos en la efectividad de su funcionamiento.

FIGURA 7



Fuente: elaboración propia.

Nota: para el prototipo 2 no se hicieron pruebas de funcionamiento y economía debido a que las modificaciones realizadas no ameritan desarrollar nuevamente comparaciones de uso.

5.2 Estudios virtuales fea “finite element analysis”

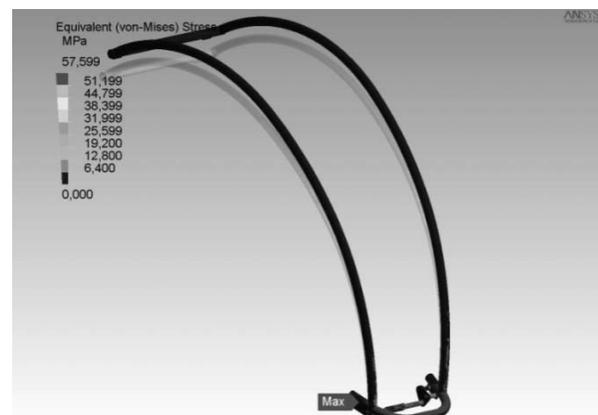
Se desarrolló un estudio virtual antes de desarrollar el segundo prototipo funcional para poder encontrar problemas de deformación por parte de esfuerzos generados al momento de manipular el producto o en caso de accidente.

Este estudio se desarrolló con intención de encontrar y entender los comportamientos de las piezas que componen el producto al aplicarse una fuerza determinada en una dirección adecuada, para conseguir de acuerdo a los resultados, la geometría con medidas más afines y con un ensamblaje

apropiado, facilitando los pasos de construcción del prototipo y permitiendo el buen funcionamiento de dicho producto al momento de ser manipulado por el usuario.

FIGURA 8

Resultado de los esfuerzos generados en la estructura

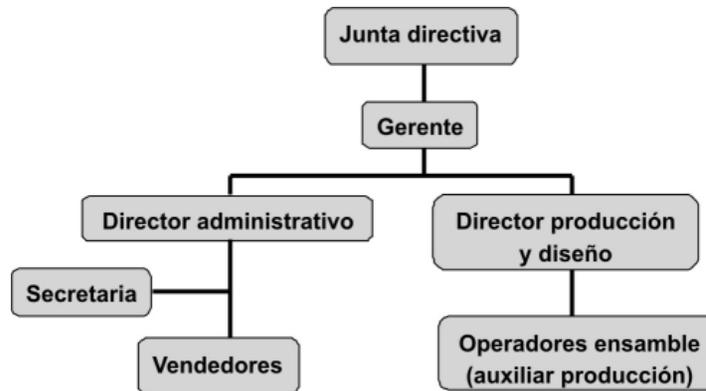


Fuente: elaboración propia.

6. ESTUDIO ORGANIZACIONAL

Se hizo un estudio sobre el modelo de organización a tomar en cuenta para desarrollo de empresa, donde se tomaron en cuenta factores de funciones de producción, Materiales y servicios, función de control de calidad, función financiera, función de recursos humanos, función de mercadeo, etc. donde se llegó a la consecución teórica de dicha empresa.

FIGURA 9
Organigrama de la empresa



ESTUDIO LEGAL

El gobierno establece normas legales para las empresas con la finalidad de exigir y asegurar los derechos y deberes de la constitución. Estas varían de acuerdo al tipo de empresa que se quiera consolidar y al enfoque de sector según el servicio o producto a comercializar. Por lo que se desarrolló un estudio previo teniendo en cuenta todas las variables legales necesarias para la constitución de empresa.

Algunos de los factores son Tipo de sociedad, trámites de creación y constitución de empresas en Antioquia, etc.

TABLA 2. Trámites para la constitución de una empresa

Trámite	Entidad Responsable
1. Consulta de Nombre	Cámara de Comercio
2. Impuesto de Registro	Gobernación
3. Inscripción – Constitución	Cámara de Comercio
4. Inscripción Libros de Comercio	Cámara de Comercio
5. Matrícula Industria y Comercio	Municipio – Secretaría de Hacienda
6. Inscripción en el Registro Nacional de Vendedores y asignación del Número de Identificación Tributario NIT	DIAN – Dirección de Impuestos y Aduanas Nacionales
7. Visto Bueno de Salud	Municipio – Secretaría de Salud
8. Informativo de Uso de Suelos	Municipio – Departamento Administrativo de Planeación
9. Informar a la oficina de Planeación correspondiente el inicio de las actividades	Municipio – Departamento Administrativo de Planeación
10. Visto bueno de Seguridad de Establecimientos abiertos al público	Cuerpo Oficial de Bomberos

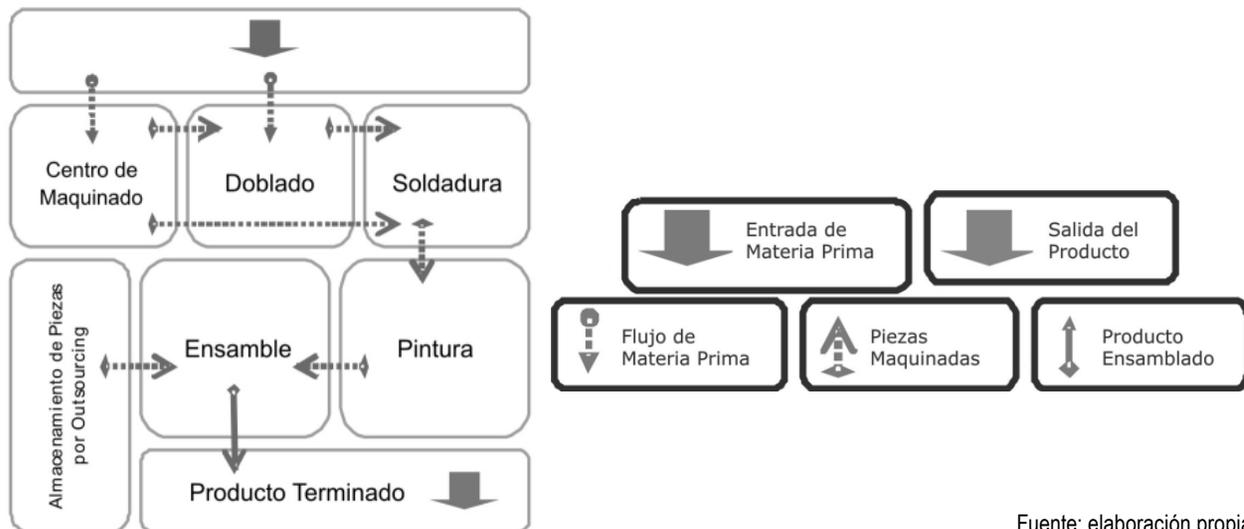
FUENTE – Cámara de Comercio de Medellín (www.camaramed.org.co/cae/html/constitucion.html), Abril 9 e 2006.

ESTUDIO ECONÓMICO Y FINANCIERO

Para el estudio financiero y económico del proyecto se elaboró un flujo de efectivo en términos constantes (precios y costos constantes) y sin análisis de riesgo (incertidumbre plena).

El esquema de trabajo consistió inicialmente en cuantificar toda la información necesaria para la realización del proyecto, más tarde determinar un presupuesto de efectivo y finalmente se realizó un flujo de efectivo y un PyG para determinar la rentabilidad del proyecto.

FIGURA 10
Distribución de planta



Fuente: elaboración propia

CONCLUSIONES

La realización de una nueva y más exigente investigación de mercados arrastró opiniones críticas por parte de posibles clientes, las cuales fueron de gran ayuda para aplicar las diferentes modificaciones de diseño realizadas al producto con el fin de llegar a una solución más completa y eficaz.

Dentro de los ensayos y pruebas de campo realizadas con mecánicos y personas ajenas al proyecto, se pudo encontrar que los factores de economía, fricción, maniobrabilidad y visibilidad son despreciables a la hora de usar la cubierta. Así mismo, la comodidad y los tiempos de instalación a la hora de colocar la cubierta en la motocicleta Yamaha BWS, son totalmente adecuados y aceptables por parte de las personas que interactuaron con ella.

Se logró identificar los puntos críticos del producto al momento de aplicarse los esfuerzos generados por parte del usuario en por los cuales la cubierta pudiera fallar, y se hicieron los análisis pertinentes por medio de herramientas de elementos finitos y pruebas físicas, para posteriormente desarrollar las modificaciones necesarias y brindar al diseño del producto las mejores características de uso, logrando que no se genere ninguna interferencia crítica sobre la motocicleta.

En las sesiones de grupo y pruebas de campo se obtuvo información que llevo al equipo de trabajo a hacer modificaciones en el diseño de la cubierta, entre ellas como poder ajustar el espaldar a conveniencia del usuario, como ensamblar la cubierta eliminando el tener que romper la carcasa de la moto, como disminuir el peso de la cubierta con el fin de generar menor impacto al conductor y como aprovechar el espacio que hay debajo del sillín de la moto (espacio desperdiciado en el primer prototipo funcional realizado en proyecto 8).

Gracias los análisis y correcciones funcionales y formales anteriormente mencionadas, se logró obtener un producto de excelentes características que benefician el usuario tanto en su instalación como en el uso diario.

Después de haber analizado el sector empresarial en el cual esta ubicado el producto, y la cantidad de inversión necesaria para el montaje de planta y constitución de empresa, se optó por tener en cuenta a aquellos proveedores que mas economía y practicidad pudieran brindar, así como también,

iniciar la producción por medio de contratación a terceros ó talleres especializados en cada proceso de desarrollo necesario para la producción de la cubierta, donde cada uno por aparte se compromete con tiempos de entrega y calidad adecuados. Al retomar el plan de negocios hecho en proyecto 8 se hizo un análisis mas a fondo de las características necesarias para constitución de empresa, y se desarrollaron las investigaciones pertinentes para identificar los términos legales, organigramas, personal calificado, inversiones y análisis económico a mediano y largo plazo, etc. lo cual ayudó a tomar decisiones adecuadas a la hora de iniciar el proceso de constitución, el cual consta de dos etapas necesarias que han sido enunciadas anteriormente.

En cuanto a la generación de estrategias, inicialmente se tenía en cuenta a la empresa Incolmotos Yamaha como la más adecuada para darle fuerza de marca y fácil penetración de mercado al producto, pero debido a problemas legales por parte de homologación de productos con la planta ubicada en Japón, no fue posible entablar alianza. Por lo que se consideró pertinente desarrollar relaciones con diferentes empresas que venden Yamaha BWS sin estar ligadas directamente con la empresa Incolmotos.

BIBLIOGRAFÍA

Cross, Nigel. (1999). Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. México D.F.: Limusa Wiley. 189 p.

ARBOLEDA, Germán. Proyectos: Formulación, Evaluación y Control. AC Editores. Cali Colombia 1998.

MIRANDA, Juan José. Gestión de Proyectos. Cuarta edición. MM Editores. Bogotá 2000.

SAPANG CHAIN, Nassir y SAPANG CHAIN, Reinaldo. Preparación y Evaluación de Proyectos. Mc Graw-Hill, 3ª. Edición México, 1995.

BACA URBINA, Guillermo. Evaluación de Proyectos. Mc Graw-Hill, 3ª. Edición, México, 1995.

SOLER PUJALS, Pere. La investigación cualitativa en marketing y publicidad. El grupo de discusión y el análisis de datos. Barcelona: Ediciones Paidós Ibérica, S.A.; 1997. Página 80.

DISEÑO DE UN PRODUCTO QUE SIRVA PARA ABSORBER RESIDUOS GASEOSOS, UTILIZANDO CARBÓN ACTIVADO

AUTORES

ANA MARÍA TORO TOBÓN
amtoro@eafit.edu.co

GUILLERMO ANDRÉS VILLA VÉLEZ
gvillave@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

A partir de un proceso de producción más limpia, se logró producir carbón activado proveniente del aserrín, el cual, junto con la aplicación de metodologías de Eco-diseño, diseño metódico y referente formal, permitió llegar al diseño de un producto para nevera que absorbe los malos olores que se producen en su interior.

PALABRAS CLAVES

Adsorción de residuos gaseosos, Alfabeto visual, Análisis de Ciclo de Vida, Carbón Activado, Diseño Metódico, Diseño Sostenible, Eco-diseño, Productos Verdes.

SUMMARY

From a more cleaning production process, it could be produced an activated carbon from saw-dust, which one, with the application of: Ecodesign methodology, methodic design and formal referents, it allowed to design a product for being used in frozer what absorb the smells that are produced in its interior.

KEY WORDS

Gaseous residues adsorption, Visual Alphabet, Life Cicle Analysis, Activated Carbon, Methodic Design, Sostenible Design, Ecodesign, Green Products.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el mundo ha tomado una mayor conciencia de los efectos que causa la extracción y transformación de los recursos en el medio ambiente. Esta concientización de las personas ha hecho que el mercado evolucione pensando en la disminución y prevención de los impactos ambientales. De allí se derivan nuevos conceptos como el diseño sostenible y los productos verdes.

Los Ingenieros de Diseño de Producto son profesionales que cuentan con las capacidades suficientes para apoyar esta nueva tendencia del mercado, con el fin de aportar con nuevos productos que ayuden tanto a la educación del mercado como a la disminución del impacto del medio ambiente; partiendo de productos funcionales, estéticos y que estén comprometidos con el sostenimiento del entorno. Basados en esta idea fue que se inició este proyecto.

DESARROLLO DEL TEMA

La idea del proyecto surgió a partir de una investigación realizada por un grupo de estudiantes de Ingeniería de Procesos, los cuales buscaban encontrar un procedimiento para obtener carbón activado a partir de aserrín por vía química, para utilizarlo finalmente en un producto dirigido al sector doméstico. Ésta fue una iniciativa de Producción más Limpia pues está basada en la utilización de un desecho como materia prima.

El producto de este proceso fue el GAC (Granular Activated Carbon) que es un tipo de carbono amorfo que se produce al tratar térmicamente madera u otro material orgánico en ausencia de aire. Su estructura es microporosa y esta característica lo hace adsorber moléculas orgánicas tanto gaseosas como las disueltas en los líquidos. Es un material

granular que se produce con la misma granulometría y dureza que las antracitas convencionales (Forma metamórfica del carbón. Se caracteriza por su dureza y por su elevado poder calorífico).

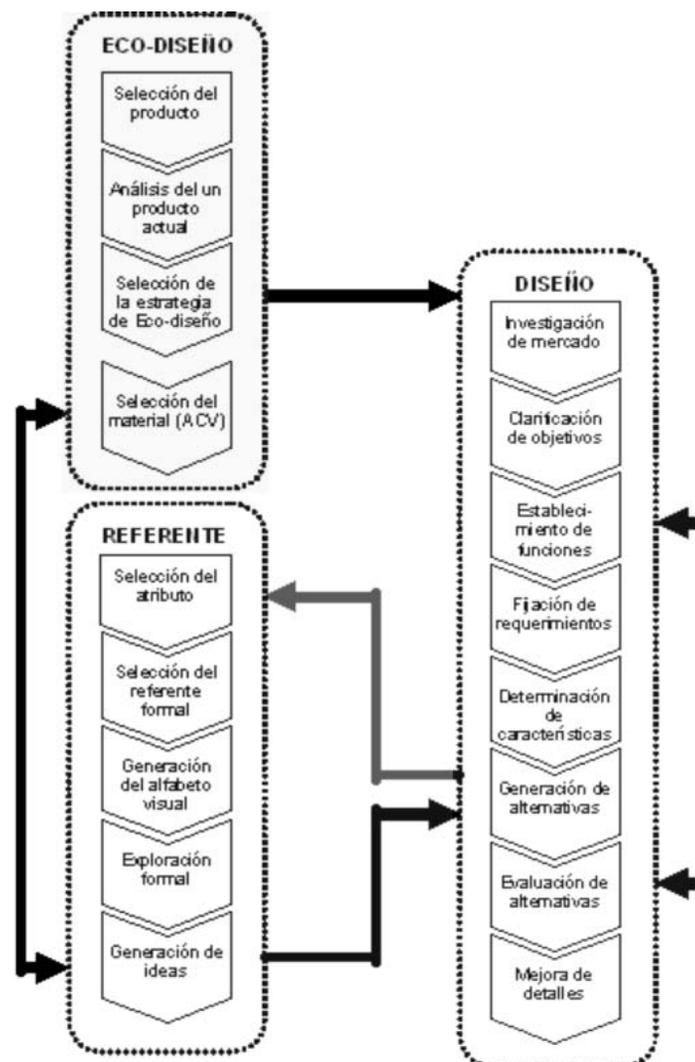
El GAC adsorbe rápida y eficientemente el adsorbato y a medida que pasa el tiempo se va agotando esta capacidad de adsorción hasta que se satura y queda inservible, dando la posibilidad de una regeneración o activación del Carbón. El proceso de activación consiste en “multiplicar” la cantidad de poros de un carbón dando como resultado una estructura extremadamente porosa de gran área superficial disponible para llevar a cabo el proceso de adsorción de impurezas (olor, color o sabor indeseable).

Cuando la investigación llegó a este punto, se dieron cuenta de su dificultad para continuar con el proyecto debido a que era un grupo integrado por personas de una sola disciplina. En éste punto se tomó la investigación con el fin de llevarla hasta un producto que pueda ser vendido en el mercado y que utilice el Carbón Activado para absorber residuos.

Antes del diseño del producto se hizo una recopilación de información sobre los posibles usos que se le dan al carbón activado en el sector doméstico. De allí se encontró que se podía aplicar en: Eliminación de olores en armarios, cajas, neveras, etc.; conservación de flores, para acuarios, filtros de líquidos de consumo humano (para purificar aguas destinadas a gaseosas, sifones, medicamentos, etc.) y filtro de agua.

Para el proceso de diseño se utilizaron varias metodologías que se mezclaron para formar una sola que integró el Eco-diseño; Diseño metódico con algunas variaciones propuestas por los autores y la construcción de un alfabeto visual a partir de un referente. Esta unión dio como resultado la metodología que se ha aplicado al diseño del producto (Ver Ilustración 1).

ILUSTRACIÓN 1
Metodología de Diseño Utilizada



1. SELECCIÓN DEL PRODUCTO

Como herramienta para la selección del producto se utilizó la Matriz de Eco-Mercado en la cual, basados en las aplicaciones del carbón encontradas anteriormente, se evaluaron los posibles productos a trabajar y se analizaron según el beneficio ambiental y el potencial de mercado. De acuerdo con esta se eligió el producto que es más benéfico ambientalmente y que pueda tener una mayor participación en el mercado actual.

En este análisis se encontró que el producto más benéfico ambientalmente y con mayor potencial de mercado, es el filtro para absorber residuos gaseosos.

2. ANÁLISIS DE UN PRODUCTO ACTUAL

Se hizo el análisis ambiental de un producto similar, de los que se encontró en el mercado, para determinar así su perfil ambiental considerando los diferentes tipos de aspectos ambientales que se generan durante todo su ciclo de vida. Esto se hizo por medio del Análisis del Perfil Ambiental en el cual se analizó el ciclo del Material, el uso de la Energía y las emisiones Tóxicas. Este análisis se le hizo a un filtro de carbón activado para agua, pues dentro de la gama de productos que utilizan carbón activado este es el más conocido.

Luego se analizó el ciclo de vida del producto a diseñar. Para esto se revisaron cada una de las etapas que tiene un

producto desde la extracción de las materias primas hasta la disposición final del mismo. Estas etapas son: Producción y suministro de materiales y componentes, producción dentro de la planta, empaque y distribución, utilización y disposición final.

Ésto se hizo respondiendo unas preguntas que profundizan en los factores críticos del ciclo de vida del producto. Luego, por medio de la matriz MET se analizó el impacto de la utilización de materiales, energía y de las emisiones tóxicas y se calificaron en alto, medio y bajo.

De este análisis se concluyó que este es un producto de bajo impacto ambiental debido a los materiales que lo componen y a los procesos productivos de fabricación.

3. SELECCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ECO-DISEÑO

Se detectaron las estrategias de Eco-diseño que se podrían seguir para hacer el producto más amigable ambientalmente.

Esto comenzó con el análisis del producto actual con respecto a estas estrategias por medio de la rueda LiDS (Lifecycle Design Strategies) la cual permitió detectar las estrategias de Eco-diseño que podrían ser aplicadas al mejoramiento del producto.

Según este análisis se obtuvieron dos estrategias para las cuales se generaron las siguientes alternativas que se podrían trabajar en el producto:

- Nivel 7: Reutilización de los componentes. Reutilización de los materiales como materia prima de producción. Hacer descuentos en el producto de reemplazo por la entrega del producto anterior con el fin de poder activar nuevamente el carbón ya utilizado. Hacer que la unidad de filtrado sea intercambiable.
- Nivel @: Hacer que el producto tenga aplicaciones en otros lugares. Disminuir el tamaño del producto. Integrar las funciones de filtrado con las de sujeción y la estética. Desarrollar varios diseño de productos que cumplan las mismas funciones. Hacer propuestas de diseño con colores diferentes para personalizar el producto.

4. INVESTIGACIÓN DE MERCADO

Con esta investigación se buscó conocer el mercado para poder definir el segmento hacia el cual estaría dirigido el producto y las características que debería tener el producto según las necesidades de este segmento.

Se desarrolló un estudio exploratorio a través de técnicas cualitativas, utilizando como herramienta la entrevista en profundidad. Se realizaron 20 entrevistas en profundidad.

CONCLUSIONES DE LA INVESTIGACIÓN DE MERCADO

La mayoría de las personas entrevistadas fueron mujeres entre los 23 y los 60 años. Algunas de ellas estudiantes universitarias, otras trabajadoras y otras amas de casa. El 40% amas de casa no encontraron necesario el utilizar esta clase de productos pues consideran que el evitar los malos olores de la nevera depende de la limpieza y rotación de los productos, y dado que ellas tienen tiempo para realizar estas labores no ven la importancia de comprar este producto.

Las personas que estudian, trabajan o viven solas, y que tienen poco tiempo para dedicarle al mantenimiento de la nevera, si sienten que es importante tener esta clase de productos.

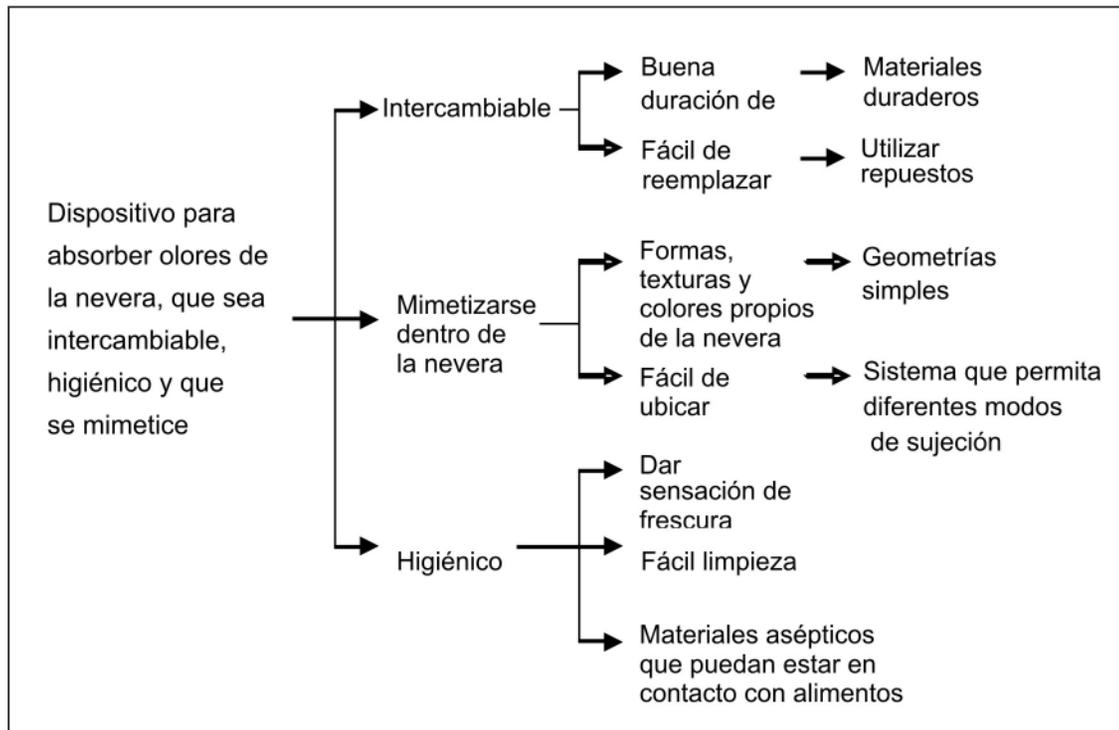
DEFINICIÓN DEL SEGMENTO DE MERCADO

De las entrevistas se concluyó que el segmento de mercado al que se dirigiría el producto, es a personas entre los 25 y 60 años, de los estratos 4 a 6, estudiantes, trabajadores o personas que vivan solas y que no tengan el tiempo suficiente para hacerle un buen mantenimiento a la nevera.

5. CLARIFICACIÓN DE OBJETIVOS

En esta etapa se buscó establecer el conjunto de objetivos que la pieza diseñada debía satisfacer. Para esto se utilizó el método de Árbol de Objetivos (Ver Ilustración 2) donde se definen tanto los objetivos como los medios para lograrlos.

ILUSTRACIÓN 2
Árbol de objetivos



6. ESTABLECIMIENTO DE FUNCIONES

Para establecer las funciones se utilizó el método de “análisis de funciones” en el cual se consideran las funciones esenciales, que son las que debe satisfacer el producto.

El primer paso es representar el producto por medio de algo que se denomina “caja negra” (Ver Ilustración 3) en la que se define la función principal del producto, junto con sus entradas y salidas.

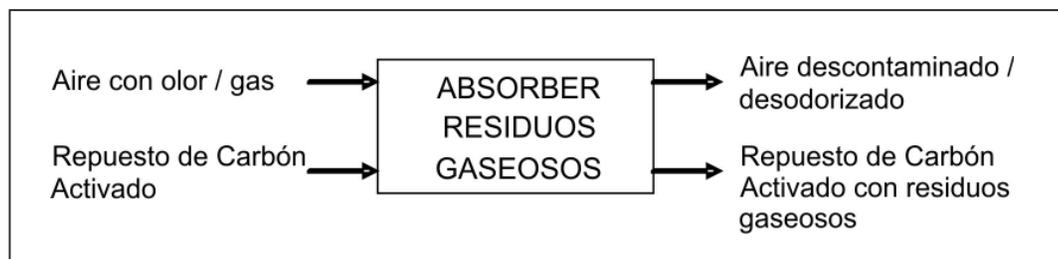
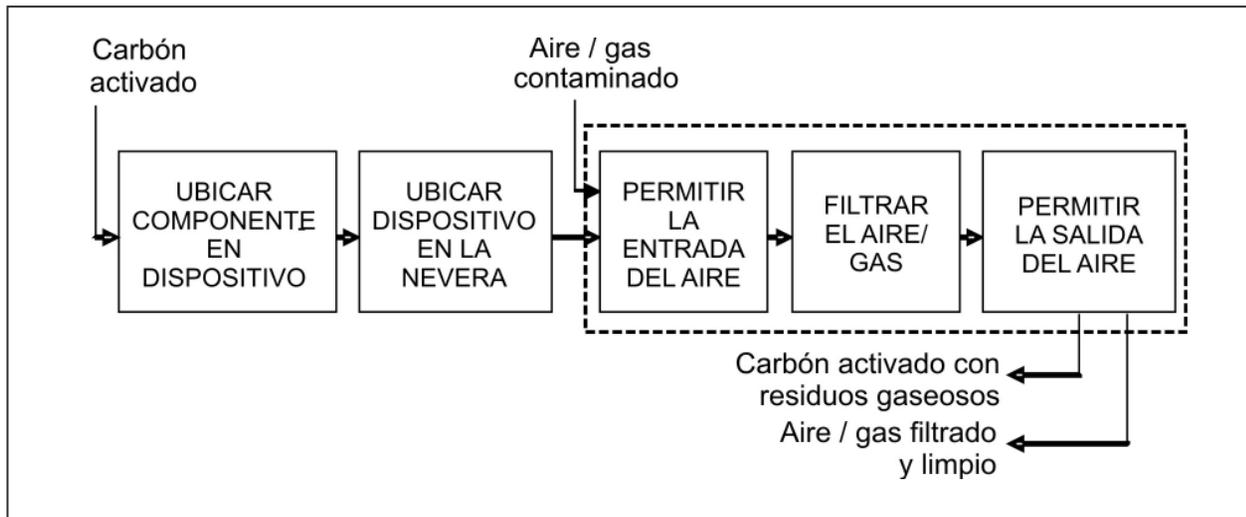


ILUSTRACIÓN 3
Caja Negra



7. FIJACIÓN DE REQUERIMIENTOS Y DETERMINACIÓN DE CARACTERÍSTICAS

Al diseñar un producto es importante conocer los límites que se deben tener en cuenta (peso, tamaño, costos, etc.). Estos requerimientos son los que comprenden la especificación de rendimiento del producto.

La determinación de características busca traducir los deseos del cliente en requerimientos medibles. Al unir los requerimientos de ingeniería con las características medibles, se logra obtener una tabla de especificaciones de diseño del producto en la cual se valora cada requerimiento según la importancia que este tenga dentro del diseño del producto.

8. GENERACIÓN DE IDEAS

En esta etapa se buscó crear alternativas de solución. El método utilizado fue el "diagrama morfológico" que parte de las funciones secundarias definidas en la caja transparente para crear una serie de soluciones formales a cada función.

8.1 Selección del Atributo

Partiendo del segmento definido en la Investigación de Mercado se creó un cuadro de imágenes o Lifestyle Board, donde se mostró al usuario y se reflejó su estilo de vida. De allí

se seleccionó un atributo que iba acorde a la función, contexto y objetivos que debe cumplir el producto. Este atributo debe ser traducido a formas, texturas y colores los cuales son la base de la generación de las ideas de diseño.

Los atributos seleccionados para el producto fueron:

- Fresco y Natural: Formas orgánicas de la naturaleza. Hojas y semillas.
- Mimetizar: Adaptarse a las formas, colores y texturas del entorno.

Se buscaron objetos naturales y productos artificiales que reflejaban este atributo. Con esto se creó un Mood Board o un cuadro con imágenes que reflejaban la emoción y la sensación que el producto debe proyectar, de acuerdo con el atributo elegido.

También se creó otro cuadro llamado Visual Theme o cuadro de tema visual donde se mostraron todos los productos que usa el usuario dentro del contexto en el que será utilizado el producto a diseñar. En este caso los utensilios de la cocina.

8.2 Selección del Referente Formal

Se seleccionó un referente que representara en mayor nivel el concepto de Frescura; se seleccionó como referente el

edificio del hotel Burj Al Arab, ubicado en Dubai y con diseño de geometrías simples. El diseño de este edificio cuenta con muchas áreas de ventilación y una forma aerodinámica, que permite una mejor circulación del aire. Estas características son acordes con el producto a diseñar, pues debe permitir el flujo del aire.

8.3 Generación del Alfabeto Visual

A partir del referente formal se construyó el alfabeto visual, en el cual se extrajeron las texturas, colores y formas que sirvieron como fuente de información y como soporte para las propuestas de diseño.

8.4 Exploración Formal

Se hizo un análisis de las formas extraídas del referente, partiendo desde la geometría básica, para hacer operaciones booleanas (adición y sustracción), cortes y transformaciones de las formas.

8.5 Generación de Alternativas

Se comenzó a concretar la forma hacia la generación de ideas específicas de producto.

9. EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS

Se evaluaron las mejores alternativas de acuerdo con las Especificaciones de Diseño. De esta evaluación se seleccionaron las dos alternativas que lograron satisfacer en mayor cantidad dichas especificaciones.



CONCLUSIONES

El producto resultante está compuesto de una carcasa plástica la cual contiene en su interior un sobre de Carbón Activado, el cual se puede reponer cada que el carbón pierda sus propiedades. El diseño permite que el producto pueda ser colgado en las rejillas o pegado en la pared.

La forma del producto permite utilizar mejor el carbón, puesto que al pasar el aire todos los residuos se quedan en la capa exterior entonces el carbón que se encuentra en el centro no es utilizado. Por esto es adecuado tener un dispositivo de carbón con gran área superficial y poco volumen. Adicional al poco espacio que utiliza dentro de la nevera.

El dispositivo intercambiable tuvo mucha aceptación en el mercado pues consideran que es muy útil tener un soporte plástico siempre pegado en la nevera, para el cual solo sea necesario comprar el repuesto de carbón.

BIBLIOGRAFÍA

Grupo GAZE. Obtención de Carbón Activado a partir de aserrín [Proyecto de Investigación]. Medellín: Universidad EAFIT; 2004.

CROSS, Nigel. Métodos de Diseño. Estrategias para el diseño de productos. México: Limusa Noriega Editores, 1.999.

KOTLER, Philip y otros. Introducción al Marketing 2ª. Edición. España: Prentice Hall, 1999.

Manual para la implementación de Eco-diseño [Sitio de Internet]. <http://www.io.tudelft.nl/research/dfs/ecodiseno/manual.htm>

**DESARROLLO DE
UNA MÁQUINA
INTERACTIVA QUE
EXPLIQUE DE
FORMA LÚDICA EL
FENOMENO DE LA
FORMACIÓN DE
MONTAÑAS PARA
LA SALA COLOMBIA
GEODIVERSA DEL
PARQUE EXPLORA**

AUTORES:

LUISA FERNANDA GÓMEZ

LÓPEZ DE MESA

LISA RESTREPO PELÁEZ

ÁREA DE ESTUDIO

ENGINEERING & PRODUCTION

ABSTRACT

The need for approval of science and technology in social, cultural and economic development are taking the country, and because of this, museums are having a new vision.

Development of new teaching methodologies in the city allows that its inhabitants acquire a better knowledge, interact with technology and learn from it. With this, Medellín could be recovered and take a step forward to be equal with the rest of the world in subjects such as technology and knowledge. This is why the PARQUE EXPLORA, with its entire infrastructure, intends to appropriate of all the science and technology surrounding, presenting an innovative idea in the city, where all its inhabitants could learn by the experience by interaction with museum machines.

These situations justify the development of new alternatives for education, which will lead to a new place for entertainment and at the same time, a place where users could learn by the experience, and could understand all the physical phenomena.

This project implied a huge challenge and commitment, so all the PARQUE EXPLORA needs could be satisfied, and also to extol the name of the Universidad Eafit with the presentation.

The principal goal is to develop an interactive machine that explains in a playful way the mountain creation phenomenon, for the Colombia Geo diverse room of PARQUE EXPLORA.

INTRODUCCIÓN

Las necesidades de la apropiación de la ciencia y la tecnología en el desarrollo social, cultural y económico están tomándose al país, y han hecho que los museos tengan una nueva visión.

La idea de desarrollar nuevas metodologías de enseñanza en la ciudad permite que sus habitantes adquieran un mayor conocimiento, interactúen con la tecnología y aprendan de ella. Con esto Medellín podría recuperarse y dar un paso adelante para estar un poco a la par con el resto del mundo en cuanto a tecnología y conocimiento. Es por esto que el PARQUE EXPLORA, pretende por medio de toda su infraestructura apropiarse un poco de toda la ciencia y la tecnología que nos rodea, presentando una idea innovadora en la ciudad, donde por medio de la lúdica y la interacción con máquinas de museo todos sus habitantes aprendan a través de la experiencia.

Son estas situaciones las que justifican el desarrollo de nuevas alternativas para la educación, con la cual se podrá contar con un lugar para la diversión y al mismo tiempo que los usuarios con el libre aprendizaje y por medio de una experiencia, comprendan sobre fenómenos físicos.

Desarrollar este proyecto implicó un reto y un compromiso enorme, para cumplir las necesidades y expectativas del PARQUE EXPLORA y enaltecer el nombre de la universidad Eafit con nuestra representación.

El objetivo principal del proyecto es desarrollar una máquina interactiva que explique de forma lúdica el fenómeno de la formación de montañas para la sala Colombia geodiversa del parque explora.

ARTÍCULO

El proyecto comprende los pasos que fueron realizados para el diseño y el desarrollo de la máquina, dando respuesta a una necesidad del PARQUE EXPLORA, que tiene claridad de las experiencias que necesita para este, y brinda la información necesaria para definir que la experiencia a explicar debía ser el fenómeno de la formación de montañas en Colombia.

El proceso para el diseño de la máquina está basado en la definición de etapas que conllevan a la satisfacción de las

necesidades del cliente como EXPLORA y de usuario, estas etapas están constituidas por Plantación, Desarrollo de un nuevo concepto, Diseño a nivel de sistema y Corporificación. Cada una de las etapas que comprenden el proceso del diseño de la máquina interactiva para EXPLORA, tiene elementos con los cuales se da cumplimiento a las etapas como lo son:

CAPITULO I: Planeación, comprende:

Marco teórico, oportunidad del mercado, productos sustitutos, parque Explora, plataforma del producto, identificación de necesidades de usuario y especificaciones preliminares de producto.

CAPITULO II: Desarrollo de un nuevo concepto, comprende:

Generación y selección del concepto

CAPITULO III: Diseño a nivel de sistema, comprende:

Desarrollo del producto

CAPITULO IV: Corporificación, comprende:

Corporificación

Una vez definidas cada una de estas etapas, se tiene en cuenta la importancia de el parque EXPLORA como cliente en cuanto a la aceptación de la máquina, es por esto, que cómo herramienta para la generación de ideas en el proceso de diseño, se hace un acercamiento entre el equipo de diseño de EXPLORA y el equipo de trabajo del proyecto.

Este proceso de interacción con el cliente definió gran parte del proyecto, en donde se ponía a prueba la aceptación del mismo y donde se reconocían las necesidades de EXPLORA para lograr su satisfacción.

Es muy importante tener claro que lo que se busca con esta interacción con el EXPLORA es tener información real de lo que ellos quieren.

Para esta etapa se seleccionó un segmento objetivo, hacia donde se enfocará la máquina interactiva "Los andes Colombianos", estos son: estudiantes de sexto a undécimo grado de secundaria, jóvenes entre los 13 y 19 años.

Las características principales de este segmentos son:

- Son idealistas y creativos, por esto les gusta saber y entender las razones de las cosas
- Les gustan las actividades recreativas y son socialmente abiertos.
- Les gustan los retos y las competencias, sentirse motivados a cumplir con sus propósitos.

Definición del producto

Los Andes Colombianos es una máquina que permite evidenciar el fenómeno del levantamiento de la cordillera de los andes por medio del accionamiento de dos botones que simulan el choque entre las dos placas tectónicas, NASCA y SURAMÉRICA. Es Esbelto, de fácil uso, interactivo y educativo.

El nombre "*Los Andes Colombianos*" hace referencia a la cordillera que atraviesa nuestro país y con la cual queremos que el usuario haga una relación del juego y su conocimiento acerca de la formación de ésta.

La idea de este proyecto es crear un producto funcional, de alta calidad y diseño, que le permita al usuario aprender un poco acerca de la geología Colombiana de manera fácil y práctica.

Desarrollar este producto surgió del proyecto que desarrolla la Universidad EAFIT en conjunto con el parque EXPLORA para diseñar máquinas de museo que explican fenómenos geológicos Colombianos.

El desarrollo de máquinas de museo es de gran importancia para la carrera Ingeniería de Diseño de Producto, ya que incentiva a sus estudiantes a que a través de la creatividad le desarrollen nuevos productos a las empresas Colombianas aportando así al desarrollo tecnológico de nuestro país ó para la creación de empresas que favorecerán el crecimiento económico y tecnológico de Colombia, esto es coherente con la tendencia que actualmente tiene la universidad de formar estudiantes emprendedores y con iniciativas creativas, y este trabajo es un ejemplo que da respuesta a este llamado.

“ANÁLISIS DE CONSIDERACIONES DE DISEÑO DE PRODUCTOS PLÁSTICOS EN EMPRESAS REPRESENTATIVAS DEL MEDIO”

AUTORAS

ÁNGELA MARÍA CADAVID
acadavi3@eafit.edu.co

DIANA PATRICIA LÓPEZ AMAYA
dlopezam@eafit.edu.co

ÁREA DE ESTUDIO
ENGINEERING & PRODUCTION

RESUMEN

Debido a las carencias encontradas en el proceso de aprendizaje de un estudiante de Ingeniería de Diseño de los temas relacionados con las consideraciones de diseño, se decidió realizar una investigación sobre los procesos de transformación de los materiales termoplásticos y sus implicaciones en el diseño de un producto mediante la elaboración del proyecto de grado “Análisis de Consideraciones de Diseño de Productos Plásticos en Empresas Representativas del Medio”. El proyecto explica los procesos de transformación de los plásticos, sus características, defectos comunes, maquinaria y tipología de productos, haciendo énfasis especial en las consideraciones de diseño, las cuales son indispensables a la hora de diseñar un producto.

Este artículo expone en primer lugar los antecedentes del proyecto, luego sus componentes y finalmente, su importancia en la formación de un Ingeniero de Diseño, la cual hace que se constituya en una herramienta valiosa para el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura Procesos y Productos, dictada a los estudiantes de Ingeniería de Diseño de la Universidad EAFIT.

PALABRAS CLAVE

Procesos de transformación, diseño, consideraciones de diseño, plástico, enseñanza-aprendizaje.

ABSTRACT

due to the deficiencies in the learning process of student from Product Design Engineering concerning product design consideration, it was decided to perform an in-depth investigation on it. The thesis project “Analysis of Relevant Considerations for Plastic Product Design in Representative Medellín Companies” consist on a research inquiring on the transformation process of thermoplastics and its requirements for product construction. This project explain the transformation process for plastic products as well as its characteristics, common defects, machinery, and products typology. This is done making special emphasis on the design requirements, which are essential when creating a new product.

This article exposes in first place the background of the project, the components, and finally, its relevant on the education of the Product Design Engineer. This project, thus is considered as a powerful tool that enhances the teaching- learning process of the subject Processes an Product taken by these students in EAFIT University.

KEY WORDS

Transformation processes, design, design considerations, plastic, teaching-learning.

INTRODUCCIÓN

Los diseñadores en el momento de crear, pueden partir de dos situaciones que en cierto sentido enmarcan la manera de pensar un producto: la primera, es desarrollarlo según la apariencia final que se le desee dar sin tener en cuenta el proceso productivo, y la segunda, es diseñar teniendo como restricción un proceso determinado. Por lo general, en el medio colombiano, la situación predominante es la segunda, ya que en la mayoría de los casos el diseño de los productos se realiza para empresas que no cuentan con todos los procesos de transformación de plásticos existentes.

En la etapa de diseño del detalle le surgen al diseñador preguntas como: ¿cuál será el espesor mínimo que puedo utilizar de manera que logre la resistencia deseada y una producción económica?, ¿cómo se deben distribuir y que dimensiones deben de tener las costillas en un producto?, dentro del rango de tolerancias recomendadas por los libros, ¿cuál es la más apropiada?. Estas son preguntas que hacen sentir inseguro al diseñador en su proceso de diseño debido a su falta de experiencia en el campo, razón por la cual, la ultimación de detalles queda relegada a los ingenieros de la empresa.

Por estas razones, mediante la elaboración del proyecto de grado "Análisis de Consideraciones de Diseño de Productos Plásticos en Empresas Representativas del Medio" se busca lograr un mayor entendimiento de los procesos productivos y su relación directa con el proceso de diseño para que este último sea más asertivo y acorde con las facilidades de manufactura de la empresa.

De esta manera se pretende desarrollar en el estudiante de Ingeniería de Diseño de Producto la capacidad de integrar las consideraciones de diseño al proceso productivo, para evitar así las pérdidas de tiempo y dinero que implica su desconocimiento, al mismo tiempo que se fortalecen sus competencias en el medio laboral.

1. ANTECEDENTES

Las consideraciones de diseño en el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Ingeniería de Diseño no son el tema principal de abordaje en la asignatura Procesos y Productos. Existe una carencia de integración de las consideraciones

de diseño a los procesos de manufactura, debido a que este nexo no se hace explícito en la presentación de los temas del curso y las consideraciones se presentan como parte final del proceso de diseño, olvidando que los procesos productivos tienen restricciones que pueden afectar la forma y el diseño de los productos. Esto se debe en cierta medida, al desconocimiento de los detalles de los procesos de fabricación en los productos y a la falta de acceso al Know How desarrollado por las empresas sobre cada uno de los procesos de manufactura.

Por otro lado, la información sobre las consideraciones de diseño se encuentra dispersa en algunos textos de ingeniería abordados de manera general, y no hay textos referenciados que las reúna, guiando al lector a un proceso lógico desde el momento en que se piensa en el desarrollo de un producto hasta su concepción final; no se trabajan casos de estudio que sirvan de apoyo a este proceso lógico donde se analicen productos concretos del medio. En algunas ocasiones la información presentada en los libros no es clara en su totalidad para el estudiante y éste solo logra una total comprensión cuando tiene la posibilidad de observar directamente el proceso y sus restricciones.

Muchas veces la información sobre las consideraciones se presenta como aspectos puntuales apartados del proceso. La carencia de la existencia del nexo entre las consideraciones a los procesos productivos y de su presentación integral en el proceso de diseño tiene grandes repercusiones en el futuro profesional de los Ingenieros de Diseño de Producto, debido a que se pierde mucho tiempo en el diseño y rediseño de piezas plásticas, al no ser abordadas desde las especificaciones que deben cumplir para cada proceso productivo. Esto impide la construcción de un método de desarrollo basado en la experiencia acumulada de procedimientos utilizados en otros productos, al mismo tiempo que afecta la competitividad del estudiante en el campo profesional.

2. COMPONENTES DEL PROYECTO

El proyecto consta básicamente de unos documentos PDF donde se explican detalladamente cada una de los procesos productivos de transformación de los plásticos (extrusión, inyección, soplado, termoformado, rotomoldeo, espumado, sellado y termoencogido) y de 8 módulos construidos en Macromedia Flash MX donde, mediante la utilización de fotos,

gráficos, videos y animaciones, se explican los procesos de una manera clara, concisa e interactiva, permitiendo lograr un mayor entendimiento por parte del estudiante. La información presentada en los documentos PDF y en los módulos interactivos culmina en la construcción de casos de estudio de cada uno de los procesos, en los cuales se analiza la utilización de las consideraciones de diseño en un producto seleccionado por cada uno de ellos, pasando de lo teórico a lo práctico.

3. IMPORTANCIA DEL PROYECTO EN LA FORMACIÓN DE UN INGENIERO DE DISEÑO

El proyecto de grado “Análisis de Consideraciones de Diseño de Productos Plásticos en Empresas Representativas del Medio” hace un aporte significativo al proceso de formación del profesional de Ingeniería de Diseño de Producto desde dos puntos de vista: uno es la cobertura de las falencias existentes en la asignatura de Procesos y Productos de temas de vital importancia para el buen desempeño del profesional en el medio laboral; el otro, es desde el punto de vista de la metodología de enseñanza-aprendizaje.

Las consideraciones de diseño son un tema tratado de manera poco profunda en la asignatura de Procesos y Productos, en la cual solo se hace mención de algunas consideraciones generales a tener en cuenta sin establecer el vínculo directo con cada uno de los procesos productivos. No todas las consideraciones de diseño son aplicables a todos los procesos de transformación de los plásticos, puesto que cada uno de ellos utiliza procedimientos diferentes que le aportan rasgos característicos al producto final.

Conocer las ventajas que proporcionan las características de diseño o las restricciones de un proceso para el desarrollo de un producto, puede influir de manera significativa en su concepción final, cambiando su apariencia, forma, tamaño, peso, etc. De esta manera, el conocimiento de las mismas, conlleva a una forma diferente de pensar el producto, puesto que cada proceso y las consideraciones de diseño le imprime unas características especiales al producto que lo hacen más apropiado para determinados usos y contextos.

Es muy importante para el diseñador conocer las ventajas, desventajas y el diseño de detalle de cada uno de los procesos

productivos para que su labor sea lo más efectiva y acorde posible con las facilidades de manufactura de la empresa. Además le permite diseñar productos más favorables a nivel económico para una empresa.

En un medio tan competido en el que se desenvuelven la industria del plástico, donde cada vez se busca lograr una mayor productividad, el ahorro de tiempo y de material representa una ventaja para las empresas. El tiempo considerable que consume la etapa de refinamiento de detalles se puede reducir si se conocen con anterioridad las consideraciones de diseño pertinentes, además de que se evitan errores en el diseño que muchas veces se traducen en grandes pérdidas de dinero para la empresa.

Por otro lado, la manera en que es presentado el material ante los estudiantes propone un nuevo método para la enseñanza de estos temas que va acorde con las tendencias de la educación, las cuales se acercan cada vez mas a una enseñanza menos presencial y en donde el alumno es responsable de su aprendizaje. Los módulos elaborados en Macromedia Flash MX, en los que se expone la información de manera interactiva mediante la utilización de dibujos explicativos, fotos, animaciones y videos, le facilita el aprendizaje al estudiante y lo induce a explorar los temas relacionados con los procesos de transformación y diseño de productos plásticos.

Los casos de estudio en los que se realiza un análisis dimensional de productos escogidos para cada proceso investigado permiten validar y/o comparar los conceptos expuestos en los textos y evidenciar la aplicación de las consideraciones de diseño en productos de las empresas del medio. De esta manera constituyen una guía en el momento de diseñar un producto con dimensiones o usos similares, agilizando el proceso de diseño y evitando así las pérdidas de tiempo y dinero.

CONCLUSIONES

- Entender los procesos de transformación de los plásticos desde el punto de vista de las consideraciones de diseño, contribuye de manera significativa a cumplir con los requerimientos del proceso, de la empresa y los del usuario final, quedando satisfechas todas las partes involucradas y logrando al mismo tiempo una mayor productividad.

- Cuando el diseño creativo está restringido a un proceso determinado, el conocer las características, limitaciones, ventajas del proceso y la tipología de productos que se pueden fabricar mediante cada uno de ellos, permite crear productos novedosos de fácil producción dentro de las limitaciones del proceso de manufactura.
- En algunos casos, la fabricación de un producto depende de otras condiciones que se pueden manipular como son las formas de enfriado de la pieza, tiempo de moldeo, presión y temperatura de la máquina, etc., las cuales permiten producirlos satisfactoriamente con características no recomendadas por los textos.
- La aplicación de los detalles de diseño como costillas, ribetes, corrugados, etc., representan una economía en el diseño de un producto porque aumentan la resistencia de la pieza disminuyendo el espesor de pared y su peso.
- Los casos de estudio permiten evidenciar o contradecir las consideraciones presentadas en los textos de estudio. Además le sirven de guía y le muestran varias posibilidades al Ingeniero de Diseño cuando va a desarrollar un nuevo producto.
- La construcción de los casos de estudio enfrenta al estudiante al diseño de detalle de un producto, llevándolo a pensar en lo que está diseñado de manera correcta e incorrecta.
- La metodología interactiva facilita el aprendizaje del estudiante llegándole de una manera más clara, sencilla y dinámica. También le facilita la enseñanza a los profesores ya que los estudiantes no necesitan de su presencia para entender su contenido.
- Un buen desarrollo de un módulo interactivo implica un proceso de diseño y elaboración simultáneos en el que se emplea el método de ensayo y error para poder llegar al usuario y captar su atención.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDREASEN, M., KÄHLER, S. y LUND T. (1988). Design for Assembly. Berlin: Heidelberg. p. 134.
- BOOTHROYD G. y DEWHURST P. Product Design For Manufacture and Assembly. New York: Marcel Dekker, Inc. pp. 86-90; 125-128.
- BRALLA J. G. Handbook of Product Design for Manufacturing. Mc Graw Hill. New York. 1986.
- GROOVER, Mikell. (1997). Fundamentos de Manufactura Moderna. Materiales, Procesos y Sistemas. México: Prentice – Hall Hispanoamericana S.A. pp. 308 – 372; 802 - 807.
- LESKO, Jim. (2004). Diseño Industrial: guía de materiales y procesos de manufactura. México: Ed. Limusa Wiley. pp. 141 -185.
- MICHAELI, G. y KAUFMANN, V. (1992). Tecnología de los Plásticos. Barcelona: Ed. Hanser Publishers. pp. 75 –100; 109 –122.
- MORTON, James L. (1993). Procesamiento de Plásticos: inyección moldeo hule PVC. México: Ed. Limusa.
- NEE, Norman C. (1990). Plastic Blow Molding Handbook. USA: Chapman & Hall. pp. 433-472.
- SCHEY, John. Procesos de Manufactura. (2000) México: Ed. Mc Graw Hill. p. 572 – 606.
- PAHL, G. y BEITZ W. (1977). Engineering Design. Berlin: Heidelberg. p. 275.
- PATÍÑO, Luis. Desarrollo de metodología para el diseño de objetos plásticos de uso doméstico. Tesis de maestría. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería; 2004. 146 p.
- ROSATO, Donald. V. y ROSATO, Dominick V. (1989). Blow Molding Handbook. . Munich: Hanser Publishers. pp. 1-40;185-209.

ROSATO, Donald V. y ROSATO, Dominick V. (1995). Injection Molding Handbook. USA: Chapman & Hall. pp. 370-407; 581-631.

ROTHEISER, Jordan. (1999). Joining Of Plastics. Handbook for designers and Engineers. Munich : Hanser Publisher.

TRES, Paul A. Designing Plastic Parts For Assembly. (2000). Munich: Hanser Publishers. pp. 156,186-187,194.

THRONE, James L. (1987). Thermoforming. Munich: Hanser Publishers.

VIDALES, Maria Dolores. (1995). El Mundo del Envase: manual para el diseño y producción de envases y embalajes. México: Ed. G. Gili. S.A. p. 76

BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA

Bonten, C. y Mattus, V. Como soldar piezas técnicas. <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID/> (Julio 29, 2005)

Capella, F. Las técnicas de soplado del plástico. <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=5713/> (Junio 22, 2005).

Capella, F. Maquinaria de extrusión. [http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=5001 /](http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=5001/) (Junio 22, 2005).

Capella, F. Termoformado: procedimiento, maquinaria y materiales. <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=3765/> (Junio 28, 2005).

Cyro. Tech brief. Applications: Insert Molding & Assembly of Moulded Plastic Parts. [http://www.cyro.com/Internet/SiteContent.nsf/0/F58FC08E4F90E478852569A8005AFC06/\\$File/2027+Insert+mld+n+assembly.pdf?OpenElement /](http://www.cyro.com/Internet/SiteContent.nsf/0/F58FC08E4F90E478852569A8005AFC06/$File/2027+Insert+mld+n+assembly.pdf?OpenElement/) (Septiembre 17, 2005)

El proceso de embalaje en termoencogible. <http://www.andinapack.com/NoticiasExpositores/Verpaken.html/> (Julio 26, 2005)

IDSA MP. Plastic: Injection Moulding. http://www.idsa-mp.org/proc/plastic/injection/injection_design_guides.htm/ (Septiembre 7, 2005)

Injection moulding design guidelines. [artículo de Internet]. www.geoplastics.com/resins/techsolution/technifacts.html/ (Junio 28, 2005)

Plásticos universales. Moldeo por soplado: equipo y accesorios. <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=3629/> (Junio 22, 2005)

Plásticos universales. Moldeo rotacional simple y eficiente. <http://www.plastunivers.com/Tecnica/Hemeroteca/ArticuloCompleto.asp?ID=4822/> (Junio 28, 2005)

Rotheiser, J. L. Diseño para rotomoldeo. <http://www.tecnologiadelplastico.com/> (Junio 26, 2005).

TÍTULOS PUBLICADOS EN ESTA COLECCIÓN

Copia disponible en: www.eafit.edu.co/investigacion

Cuaderno 1 - Marzo 2002

*SECTOR BANCARIO Y COYUNTURA ECONÓMICA
EL CASO COLOMBIANO 1990 - 2000*

Alberto Jaramillo, Adriana Ángel Jiménez, Andrea Restrepo Ramírez, Ana Serrano Domínguez y Juan Sebastián Maya Arango

Cuaderno 2 - Julio 2002

*CUERPOS Y CONTROLES, FORMAS DE
REGULACIÓN CIVIL. DISCURSOS Y PRÁCTICAS
EN MEDELLÍN 1948 - 1952*

Cruz Elena Espinal Pérez

Cuaderno 3 - Agosto 2002

UNA INTRODUCCIÓN AL USO DE LAPACK

Carlos E. Mejía, Tomás Restrepo y Christian Trefftz

Cuaderno 4 - Septiembre 2002

*LAS MARCAS PROPIAS DESDE
LA PERSPECTIVA DEL FABRICANTE*

Belisario Cabrejos Doig

Cuaderno 5 - Septiembre 2002

*INFERENCIA VISUAL PARA LOS SISTEMAS
DEDUCTIVOS LBPCO, LBPC Y LBPO*

Manuel Sierra Aristizábal

Cuaderno 6 - Noviembre 2002

*LO COLECTIVO EN LA CONSTITUCIÓN
DE 1991*

Ana Victoria Vásquez Cárdenas,
Mario Alberto Montoya Brand

Cuaderno 7 - Febrero 2003

*ANÁLISIS DE VARIANZA DE LOS BENEFICIOS
DE LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS EN
COLOMBIA,
1995 - 2000*

Alberto Jaramillo (Coordinador),
Juan Sebastián Maya Arango, Hermilson Velásquez Ceballos, Javier Santiago Ortiz,
Lina Marcela Cardona Sosa

Cuaderno 8 - Marzo 2003

*LOS DILEMAS DEL RECTOR: EL CASO DE LA
UNIVERSIDAD EAFIT*

Álvaro Pineda Botero

Cuaderno 9 - Abril 2003

INFORME DE COYUNTURA: ABRIL DE 2003

Grupo de Análisis de Coyuntura Económica

Cuaderno 10 - Mayo 2003

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN

Escuela de Administración
Dirección de Investigación y Docencia

Cuaderno 11 - Junio 2003

*GRUPOS DE INVESTIGACIÓN ESCUELA DE
CIENCIAS Y HUMANIDADES, ESCUELA DE
DERECHO, CENTRO DE IDIOMAS Y
DEPARTAMENTO DE DESARROLLO ESTUDIANTIL*

Dirección de Investigación y Docencia

Cuaderno 12 - Junio 2003

*GRUPOS DE INVESTIGACIÓN -
ESCUELA DE INGENIERÍA*

Dirección de Investigación y Docencia

Cuaderno 13 - Julio 2003

*PROGRAMA JÓVENES INVESTIGADORES
- COLCIENCIAS: EL ÁREA DE LIBRE COMERCIO
DE LAS AMÉRICAS Y
LAS NEGOCIACIONES DE SERVICIOS*
Grupo de Estudios en Economía y Empresa

Cuaderno 14 - Noviembre 2003

BIBLIOGRAFÍA DE LA NOVELA COLOMBIANA
Álvaro Pineda Botero, Sandra Isabel Pérez,
María del Carmen Rosero y María Graciela Calle

Cuaderno 15 - Febrero 2004

PUBLICACIONES Y PONENCIA 2003
Dirección de Investigación y Docencia

Cuaderno 16 - Marzo 2004

*LA APLICACIÓN DEL DERECHO EN LOS SISTEMAS
JURÍDICOS CONSTITUCIONALIZADOS*
Gloria Patricia Lopera Mesa

Cuaderno 17 - Mayo 2004

*PRODUCTOS Y SERVICIOS FINANCIEROS A GRAN
ESCALA PARA LA MICROEMPRESA: HACIA UN
MODELO VIABLE*
Nicolás Ossa Betancur

Cuaderno 18 - Mayo 2004

*ARTÍCULOS RESULTADO DE LOS PROYECTOS DE
GRADO REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES
DE INGENIERÍA DE PRODUCCIÓN QUE SE
GRADUARON EN EL 2003*
Departamento de Ingeniería de Producción

Cuaderno 19 - Junio 2004

*ARTÍCULOS DE LOS PROYECTOS DE GRADO
REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE
INGENIERÍA MECÁNICA QUE SE GRADUARON EN
EL AÑO 2003*
Departamento de Ingeniería Mecánica

Cuaderno 20 - Junio 2004

*ARTÍCULOS RESULTADO DE LOS PROYECTOS
DE GRADO REALIZADOS POR LOS
ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE PROCESOS
QUE SE GRADUARON EN
EL 2003*
Departamento de Ingeniería de Procesos

Cuaderno 21 - Agosto 2004

*ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS DE LA AVENIDA
TORRENCIAL DEL 31 DE ENERO DE 1994 EN LA
CUENCA DEL RÍO FRAILE Y
SUS FENÓMENOS ASOCIADOS*
Juan Luis González, Omar Alberto Chavez,
Michel Hermelín

Cuaderno 22 - Agosto 2004

*DIFERENCIAS Y SIMILITUDES EN LAS TEORÍAS
DEL CRECIMIENTO ECONÓMICO*
Marleny Cardona Acevedo, Francisco Zuluaga Díaz,
Carlos Andrés Cano Gamboa,
Carolina Gómez Alvis

Cuaderno 23 - Agosto 2004

GUIDELINES FOR ORAL ASSESSMENT
Grupo de investigación Centro de Idiomas

Cuaderno 24 - Octubre 2004

*REFLEXIONES SOBRE LA INVESTIGACIÓN DESDE
EAFIT*
Dirección de investigación y Docencia

Cuaderno 25 - Septiembre 2004

*LAS MARCAS PROPIAS DESDE
LA PERSPECTIVA DEL CONSUMIDOR FINAL*
Belisario Cabrejos Doig

Cuaderno 26 - Febrero 2005

PUBLICACIONES Y PONENCIAS -2004-
Dirección de investigación y Docencia

Cuaderno 27 - Marzo 2005

EL MERCADEO EN LA INDUSTRIA DE LA CONFECCIÓN - 15 AÑOS DESPUÉS -

Belisario Cabrejos Doig

Cuaderno 28 - Abril 2005

LA SOCIOLOGÍA FRENTE A LOS ESPEJOS DEL TIEMPO: MODERNIDAD, POSTMODERNIDAD Y GLOBALIZACIÓN

Miguel Ángel Beltrán, Marleny Cardona Acevedo

Cuaderno 29 - Abril 2005

"OXIDACIÓN FOTOCATALÍTICA DE CIANURO"

Grupo de Investigación Procesos Ambientales y Biotecnológicos -GIPAB-

Cuaderno 30 - Mayo 2005

EVALUACIÓN A ESCALA DE PLANTA PILOTO DEL PROCESO INDUSTRIAL PARA LA OBTENCIÓN DE ACEITE ESENCIAL DE CARDAMOMO, BAJO LA FILOSOFÍA "CERO EMISIONES"

Grupo de Investigación Procesos Ambientales y Biotecnológicos -GIPAB-

Cuaderno 31 - Junio 2005

LA DEMANDA POR FORMACIÓN PERMANENTE Y CONSULTORÍA UNIVERSITARIA

Enrique Barriga Manrique

Cuaderno 32 - Junio 2005

ARTÍCULOS DE LOS PROYECTOS DE GRADO REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA QUE SE GRADUARON EN EL AÑO 2004

Escuela de Ingeniería

Departamento de Ingeniería Mecánica

Cuaderno 33 - Julio 2005

PULVERIZACIÓN DE COLORANTES NATURALES POR SECADO POR AUTOMIZACIÓN

Grupo de Investigación Desarrollo y

Diseño de Procesos -DDP-

Departamento de Ingeniería de Procesos

Cuaderno 34 - Julio 2005

"FOTODEGRADACIÓN DE SOLUCIONES DE CLOROFENOL-CROMO Y TOLUENO-BENCENO UTILIZANDO COMO CATALIZADOR MEZCLA DE DIÓXIDO DE TITANIO (TiO₂), BENTONITA Y CENIZA VOLANTE"

Grupo de Investigación Procesos Ambientales y Biotecnológicos -GIPAB-

Edison Gil Pavas

Cuaderno 35 - Septiembre 2005

HACIA UN MODELO DE FORMACIÓN CONTINUADA DE DOCENTES DE EDUCACIÓN SUPERIOR EN EL USO PEDAGÓGICO DE LAS TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

Claudia María Zea R., María del Rosario Atuesta V., Gustavo Adolfo Villegas L., Patricia Toro P., Beatriz Nicholls E., Natalia Foronda V.

Cuaderno 36 - Septiembre 2005

ELABORACIÓN DE UN INSTRUMENTO PARA EL ESTUDIO DE LOS PROCESOS DE CAMBIO ASOCIADOS CON LA IMPLANTACIÓN DEL TPM EN COLOMBIA

Grupos de Investigación:

Grupo de Estudios de la Gerencia en Colombia

Grupo de Estudios en Mantenimiento Industrial (GEMI)

Cuaderno 37 - Septiembre 2005

PRODUCTOS Y SERVICIOS FINANCIEROS A GRAN ESCALA PARA LA MICROEMPRESA COLOMBIANA

Nicolás Ossa Betancur

Grupo de Investigación en Finanzas y Banca

Área Microfinanzas

Cuaderno 38 - Noviembre 2005

PROCESO "ACOPLADO" FÍSICO-QUÍMICO Y BIOTECNOLÓGICO PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CONTAMINADAS CON CIANURO

Grupo de Investigación Procesos Ambientales y Biotecnológicos -GIPAB-

Cuaderno 39 - Febrero 2006

LECTURE NOTES ON NUMERICAL ANALYSIS

Manuel Julio García R.

Department of Mechanical Engineering

Cuaderno 40 - Febrero 2006

MÉTODOS DIRECTOS PARA LA SOLUCIÓN DE SISTEMAS DE ECUACIONES LINEALES SIMÉTRICOS, INDEFINIDOS, DISPERSOS Y DE GRAN DIMENSIÓN

Juan David Jaramillo Jaramillo, Antonio M. Vidal Maciá, Francisco José Correa Zabala

Cuaderno 41- Marzo 2006

PUBLICACIONES, PONENCIAS, PATENTES Y REGISTROS 2005

Dirección de Investigación y Docencia

Cuaderno 42- Mayo 2006

A PROPÓSITO DE LA DISCUSIÓN SOBRE EL DERECHO PENAL "MODERNO" Y LA SOCIEDAD DEL RIESGO

Diana Patricia Arias Holguín

Grupo de Estudios Penales (GEP)

Cuaderno 43- Junio 2006

ARTÍCULOS DE LOS PROYECTOS DE GRADO REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA MECÁNICA QUE SE GRADUARON EN EL AÑO 2005

Departamento de Ingeniería Mecánica
Escuela de Ingeniería

Cuaderno 44- Junio 2006

EL "ACTUAR EN LUGAR DE OTRO" EN EL CÓDIGO PENAL COLOMBIANO, ÁMBITO DE APLICACIÓN Y PROBLEMAS MÁS RELEVANTES DE LA FÓRMULA DEL ART. 29 INCISO 3

Susana Escobar Vélez

Grupo de Estudios Penales (GEP)

Cuaderno 45- Septiembre 2006

ARTÍCULOS DE LOS PROYECTOS DE GRADO REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO QUE SE GRADUARON EN EL AÑO 2004 Y EN EL 2005-1

Departamento de Ingeniería de Diseño de Producto
Escuela de Ingeniería

Cuaderno 46- Octubre 2006

COMENTARIOS A VISIÓN COLOMBIA II CENTENARIO: 2019

Andrés Ramírez H., Mauricio Ramírez Gómez y Marleny Cardona Acevedo

Profesores del Departamento de Economía

Antonio Barboza V., Gloria Patricia Lopera M., José David Posada B. y José A. Toro V.

Profesores del Departamento de Derecho

Carolina Ariza Z. - *Estudiante de Derecho*

Saúl Echavarría Yepes-*Departamento de Humanidades*

Cuaderno 47- Octubre 2006

LA DELINCUENCIA EN LA EMPRESA: PROBLEMAS DE AUTORÍA Y PARTICIPACIÓN EN DELITOS COMUNES

Grupo de Estudios Penales (GEP)

Maximiliano A. Aramburo C.

Cuaderno 48 - Octubre 2006

GUIDELINES FOR TEACHING AND ASSESSING WRITING

Grupo de Investigación - Centro de Idiomas (GICI)

Ana Muñoz, Sandra Gaviria, Marcela Palacio

Cuaderno 49 - Noviembre 2006

APLICACIÓN DE LOS SISTEMAS FOTOCATALÍTICOS PARA LA DESTRUCCIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS Y OTRAS SUSTANCIAS EN FUENTES HÍDRICAS

Grupo de Investigación Procesos Ambientales y Biotecnológicos -GIPAB-

Edison Gil Pavas, Kevin Molina Tirado

Cuaderno 50 - Noviembre 2006
*PROPUESTAS METODOLÓGICAS EN
LA CONSTRUCCIÓN DE CAMPOS
PROBLEMÁTICOS DESDE EL CICLO DE VIDA DE
LAS FIRMAS Y EL CRECIMIENTO INDUSTRIAL DE
LAS MIPYMES*

Grupo de Estudios Sectoriales y Territoriales
Departamento de Economía
Escuela de Administración
Marleny Cardona Acevedo
Carlos Andrés Cano Gamboa

Cuaderno 51 - Enero 2007
*PRODUCTO DE TELEPRESENCIA PARA
LA EDUCACIÓN SUPERIOR EN
EL ÁMBITO NACIONAL*

Departamento de Ingeniería de Sistemas
Departamento de Ciencias Básicas
Helmuth Treftz Gómez,
Pedro Vicente Esteban Duarte
Andrés Quiroz Hernández
Faber Giraldo Velásquez
Edgar Villegas Iriarte

Cuaderno 52 - Febrero 2007
*PATRONES DE COMPRA Y USO DE VESTUARIO
MASCULINO Y FEMENINO EN
LA CIUDAD DE MEDELLÍN*

Departamento de Mercadeo
Belisario Cabrejos

Cuaderno 53 - Febrero 2007
*EL DEBATE SOBRE LA MODERNIZACIÓN
DEL DERECHO PENAL*

Materiales de investigación
Grupo de Investigación
Grupo de Estudios Penales (GEP)
Juan Oberto Sotomayor Acosta
Diana María Restrepo Rodríguez

Cuaderno 54 - Marzo 2007
*ASPECTOS NORMATIVOS DE LA INVERSIÓN
EXTRANJERA EN COLOMBIA: Una mirada a la luz
de las teorías de las Relaciones Internacionales*
Pilar Victoria Cerón Zapata y
Grupo de Investigación en Inversión Extranjera:
Sabina Argáez, Lina Arbeláez y Luisa Victoria Euse

Cuaderno 55 - Abril 2007
*PUBLICACIONES, PONENCIAS,
PATENTES Y REGISTROS 2006*
Dirección de Investigación y Docencia

Cuaderno 56 - Abril 2007
*CAPITAL HUMANO: UNA MIRADA DESDE
LA EDUCACIÓN Y LA EXPERIENCIA LABORAL*

Marleny Cardona Acevedo
Isabel Cristina Montes Gutiérrez
Juan José Vásquez Maya
María Natalia Villegas González
Tatiana Brito Mejía
Semillero de Investigación en Economía de EAFIT
-SIEDE-
Grupo de Estudios Sectoriales y Territoriales
-ESyT-

Cuaderno 57 - Mayo 2007
*ESTADO DEL ARTE EN EL ESTUDIO DE
LA NEGOCIACIÓN INTERNACIONAL*

María Alejandra Calle
Departamento de Negocios Internacionales
Escuela de Administración

Cuaderno 58 - Agosto 2007
*ARTÍCULOS DE LOS PROYECTOS DE GRADO
REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE
INGENIERÍA MECÁNICA QUE SE GRADUARON EN
EL AÑO 2006*

Escuela de Ingeniería
Departamento de Ingeniería Mecánica

Cuaderno 59- Octubre 2007
DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS (DNP)

Jorge E. Devia Pineda, Ph.D.
Grupo de Investigación Desarrollo y Diseño de
Procesos y Productos -DDP-
Departamento de Ingeniería de Procesos

Cuaderno 60- Marzo 2008
*ARTÍCULOS DE PROYECTOS DE GRADO
REALIZADOS POR LOS ESTUDIANTES DE
INGENIERÍA DE DISEÑO DE PRODUCTO QUE SE
GRADUARON DESDE EL 2005-2 HASTA EL 2007-1*

Grupo de Investigación en Ingeniería de Diseño