

The systemic approach as an analytical tool of an electronic device, case study: “iPod Nano seventh generation”

Diego Fernando Sánchez-Zambrano ^a & Oscar Mayorga-Torres ^b

^a Vicerrectoría de Investigaciones, Universidad Manuela Beltrán, Bogotá, Colombia. diego.sanchez@umb.edu.co

^b Facultad de Ingeniería, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. osmayorga@unisalle.edu.co

Received: September 02nd, 2015. Received in revised form: February 20th, 2016. Accepted: July 22th, 2016.

Abstract

This article shows how the systemic approach, being a design tool for new products, can analyze objects in terms of its form, its function and ergonomics, while understanding the different elements of the product which become integrators design factors. And it becomes a tool of possible improvements in the product, giving the opportunity for a redesign. The study takes into account various tools used to redesign products, comparing with the proposed methods. As a studio unit, an electronic device of the 7th-generation -iPod was taken, emphasizing the most important features of this product specifically related to: external and internal geometry, performance and all the special design of the object. The main finding which should be mentioned is that the model of systemic approach integrates practices exposed methods, it is a complete methodology for the analysis and study of the electronic device.

Keywords: Systemic approach, Function, Ergonomics, Shape, Analysis of object, Methods

El enfoque sistémico como herramienta de análisis de un artefacto electrónico, caso de estudio: “iPod Nano de séptima generación”

Resumen

El presente artículo muestra cómo el enfoque sistémico, siendo una herramienta de diseño de productos, puede analizar objetos existentes en cuanto a forma, función y ergonomía, comprendiendo al mismo tiempo los distintos elementos que componen el producto los cuales se convierten en factores integradores del diseño. Convirtiéndolo en una herramienta de posibles mejoras en el producto, dando la oportunidad de un rediseño. El estudio toma en cuenta diversas herramientas que sirven para el rediseño de productos, comparando los métodos con el propuesto. Como unidad de estudio, se tomó un artefacto electrónico -iPod de 7ma generación-, recalando las características más importantes de éste producto específicamente, relacionándolo con: la geometría exterior e interior, las prestaciones y todas las particularidades de diseño. El principal hallazgo el cual a mencionar es que el enfoque sistémico integra las prácticas de los métodos expuestos, es una metodología completa para el análisis y estudio del artefacto electrónico.

Palabras clave: Enfoque sistémico, Función, Ergonomía, Forma, Análisis de objeto, Herramientas

1. Introducción

Los nuevos productos que las empresas ofertan en el mercado por lo general están basados en actualizaciones a productos existentes [1], esto se debe a que la implementación de innovaciones incrementales sea una estrategia adecuada y menos riesgosa en las empresas, ya que los consumidores son más dados a adoptar productos

mejorados que los que son radicalmente nuevos [2]. En consecuencia, ante este panorama, para las empresas se hace necesario aplicar durante el proceso de rediseño de un producto una serie técnicas o metodologías que permitan estudiar y analizar el producto que se desea modificar. Es importante tener en cuenta que estas técnicas son puntos de partida para dar evolución a estos nuevos productos.

Para analizar los productos, es importante tener en cuenta

How to cite: Sánchez-Zambrano, D. F. & Mayorga-Torres, O. El enfoque sistémico como herramienta de análisis de un artefacto electrónico, caso de estudio: “iPod Nano de séptima generación” DYNA 83 (199) pp. 140-147, 2016

tres elementos esenciales en cuanto a su diseño, con los cuales el producto es concebido y definido. Estas características son: la forma, la función y la ergonomía [3], que precisan e integran aspectos geométricos exteriores, interiores y la manera en cómo el objeto, en cuanto a dichas variables, se relaciona o interactúa con el usuario.

Los artefactos electrónicos de consumo, son productos que cumplen con las características mencionadas anteriormente; su integración en el diseño del producto, dan como resultado un objeto que satisface las múltiples necesidades del usuario.

El comportamiento del consumidor está influenciado por diversos factores que demarcan su interés por los productos electrónicos [4] y, dentro de los factores más relevantes para la adquisición de dichos productos, se encuentran los atributos físicos [5]. La configuración de la forma, la función y la ergonomía, dentro del concepto estructural, están asociados directamente con los atributos físicos; los productos van evolucionando de acuerdo a las distintas necesidades generadas por las demandas del consumidor e indiscutiblemente, por los avances tecnológicos propios del sector electrónico.

Por otro lado, los sistemas entran a formar parte fundamental en la implementación de la metodología sistémica [6]; por tanto, el concepto de sistema, definido como el “conjunto de elementos que se relacionan ordenadamente entre sí contribuyendo con un fin u objetivo” [7], es utilizado en este estudio de caso, afianzando su desarrollo bajo el enfoque sistémico donde el proceso da como resultado, un diseño conceptual del producto.

De tal manera, se manejan variables que se relacionan con un entorno, especificando a los productos dentro de su diseño; dichas variables llegan a modificar estos objetos electrónicos en los componentes de forma, función y ergonomía. Así mismo, se van creando atributos físicos dentro del producto que satisfacen una diversidad de requerimientos. Es por esto, que la metodología sistémica colabora eficazmente en la generación del concepto de un producto [6].

Es importante recalcar que existen técnicas o métodos para analizar los objetos, y estas son utilizadas para el rediseño de un producto como una importante herramienta para el éxito empresarial [1], a continuación, se mencionan algunas técnicas que permiten hacer un estudio de los productos físicos.

La ingeniería a la inversa es una de las técnicas que se pueden utilizar para analizar y observar los atributos físicos de un producto existente, así extrayendo la información de una manera muy precisa [8], esta información recolectada a partir de piezas, modelos o el producto físico posibilita rediseñar un objeto estableciendo oportunidades de mejora, por lo tanto, se pueden crear nuevos diseños y realizar nuevos desarrollos de productos [9]. La Ingeniería Inversa se basa en la utilización de un escáner que captura las dimensiones, forma y aspectos geométricos del producto; ésta información queda digitalizada en un software dónde se puede acceder para examinar el producto y modificar, adaptar o crear nuevos atributos en el objeto [10]. La ingeniería a la inversa prácticamente va a propiciar el reconocimiento de un producto del cual no se tenía la mayor información técnica,

se puede afirmar que ésta técnica se utiliza para la generación de productos a partir del conocimiento que se adquiere tras comprender los elementos técnicos del diseño en cuanto a forma, función, estructura, ergonomía entre otros.

También se puede reseñar otro método para comprender el funcionamiento de un producto con sus distintos componentes, Lawrence D. Miles dentro de la ingeniería del valor estableció una técnica denominada el análisis funcional [11], éste método parte de entender cuáles son los principios de funcionamiento de un producto, vislumbrando que es lo esencial dentro del producto para que cumpla con el propósito fundamental, de esta manera se concentra en cómo el producto debe cumplir con su fin [12]. Esta herramienta se adentra en todos los mecanismos y acciones necesarias que debe ejecutar el producto en su totalidad para poder satisfacer las necesidades de un usuario, por lo tanto genera la oportunidad de solucionar un problema a partir de la exploración, estudio e inspección que se realiza de cada uno de los componentes que se ven involucrados tanto en la función principal como en las funciones secundarias que se derivan; cuando es analizado el producto con esta técnica se pueden detectar oportunidades de mejora en el sistema de funcionamiento; en este caso se puede generar un diseño más óptimo con respecto al analizado que pueda cumplir la misma función buscando distintos componentes que sean apropiados y capaces de realizar las funciones [13].

Otras técnicas que se pueden utilizar para el rediseño del producto, de acuerdo a lo que se necesite para mejorar o cambiar el producto en ciertos aspectos [14] son las siguientes:

La primera técnica es la de rediseño para la resolución de conflictos, su objetivo primordial es corregir los errores en el producto; esta técnica tiene un método que se reconoce como la matriz de dependencia de diseño (DDM) [15], la cual trata de encontrar las dependencias entre las funciones y los componentes del producto. En este caso la idea es identificar dependencias funcionales de los productos existentes usando la información para crear soluciones en el proceso de rediseño.

La segunda técnica es el rediseño para la reducción de costo, entendiendo que el costo de un producto es un elemento esencial para el éxito de una compañía por el margen de ganancia que puede obtener por la venta de este, en consecuencia, es de vital importancia ya que las decisiones de diseño afectan de manera considerable la calidad y el costo de un producto [16]. Un método para la reducción del costo es el “modular eco-design method” para equipos electrónicos y eléctricos, consiste en optimizar el diseño modular adaptándolo a nuevos ambientes, actualizándolo a nuevas tecnologías, entre otros, para lograr cambios más funcionales que físicos [17].

La tercera técnica a mencionar es la de rediseño para una familia de productos, en el cual se describe un método para el rediseño de productos heterogéneos hacia una familia de productos homogéneos, este método consiste en analizar los productos existentes para determinar las necesidades del consumidor realizando un estudio minucioso removiendo las los elementos inútiles, identificando los componentes y saber que funciones cumple, y así agrupándolos por funcionalidad para un desarrollo paralelo [18].

Una cuarta técnica es la de rediseño para la innovación de producto esta toma como base uno o dos referencias de productos y sigue un proceso dónde se tiene en cuenta el mercado objetivo, se identifican las necesidades, se selecciona los productos referencias, se identifican los componentes, se construye una tabla de análisis de los componentes, se extraen los componentes claves, se identifican los conflictos, se aplican principios de diseño y se verifican los resultados obtenidos. De esta manera se establece que los productos que ofrecen mayores conflictos entre las necesidades y los productos existentes generan productos con innovaciones significativas [14].

Estas técnicas sin duda pueden ser utilizadas para estudiar y analizar un diseño preexistente, ingeniería a la inversa permite examinar el producto desde su exterior más que todo en su configuración geométrica, el análisis funcional se concentra en el interior del producto detectando distintas alternativas en componentes para cumplir con su objetivo principal y las técnicas de rediseño se encargan principalmente de detectar conflictos, los cuales estimulan la innovación.

En esta oportunidad, el enfoque sistémico puede brindar un análisis más completo con respecto a los métodos y técnicas anteriores y se utiliza para realizar un estudio del objeto en los aspectos formal, funcional y ergonómico. Teniendo en cuenta una serie de restricciones que provienen del entorno que rodea el diseño del producto. por parte Se muestra la utilización de esta metodología como una técnica de análisis para productos existentes cambiando su principal manejo, sin embargo, estos análisis como los que se han relacionado va a permitir identificar elementos en los tres aspectos que se pueden mejorar dentro del producto.

2. Materiales y métodos

La teoría del enfoque sistémico [19], es una metodología de diseño que aborda el desarrollo de productos industriales aplicando la sistémica en el que recibe una información como requerimientos del cliente [20]; estos requerimientos, en muchos casos, están asociados a las emociones y no exclusivamente a los aspectos físicos del producto. Por lo tanto, se deben tener en cuenta como parte esencial del diseño del producto. Otros elementos adicionales que restringen y delimitan el diseño del producto, en la Fig. 1 se encuentra el entorno que lo rodea [21]. En consecuencia, al momento de ser diseñado, el entorno es un factor determinante en la definición del producto.

El modelo interactúa con las distintas restricciones y realiza una serie de transformaciones para que se precise el producto a nivel conceptual; una fase vital en el proceso del diseño del producto, es el diseño conceptual. Ulrich define que: “El concepto de un producto es una descripción aproximada de la tecnología, principios de trabajo y forma del producto. Es una descripción concisa de la forma en que el producto va a satisfacer las necesidades del cliente” [16]. Adicionalmente, en el modelo se especifica tanto la parte teórica como visual, es decir que, permite describir al producto textualmente y de manera simultánea (también se va expresando de manera gráfica), obteniendo una representación muy clara del objeto o producto.



Figura 1. Entorno del producto
Fuente: Adaptado de [21]

En la Fig. 2, se muestra el modelado de diseño con sus múltiples variables y los dos sistemas: el exterior y el sistema de referencia.

Inicialmente, los datos de partida del modelo son los requerimientos del cliente junto con otros tipos de requerimientos tales como: fabricación, proveedores, materiales, embalaje y transporte, ensamble, costos de producción entre otros. Lo anterior, representa el planteamiento de un problema, en donde el diseño final, genera una adecuada solución a éste. Se identifican las variables de entrada que van del sistema exterior al sistema de referencia y también las variables de salida.

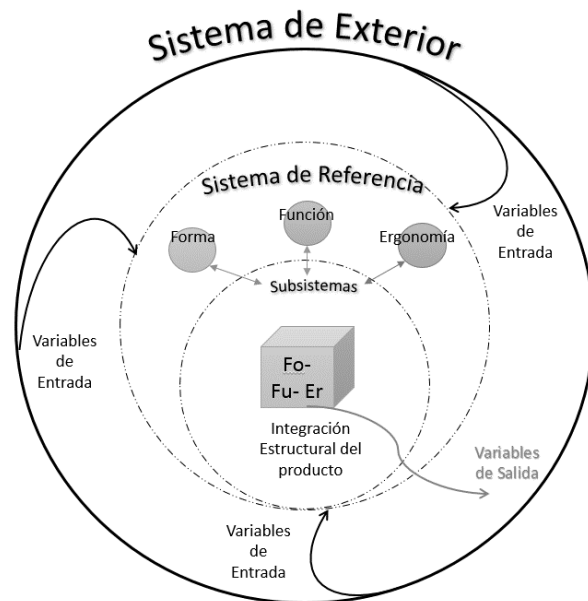


Figura 2. Modelado del diseño
Fuente: Adaptado de [6]

El Sistema Exterior se relaciona con el Sistema de Referencia, con las variables de entrada y las de salida.

Los factores integrantes del diseño son los elementos vitales para la gestión del nuevo producto y estos son los componentes que se encuentran dentro del sistema de referencia.

La forma, es la configuración de las superficies externas del producto que satisface los requerimientos de su parte estética. En este componente, se organizan los materiales por los cuales va a estar compuesto el producto; se denota la integración de las distintas piezas y la manera en la que va obteniendo su morfología.

Ésta puede ser representada por formas geométricas, orgánicas (curvas naturales) y la combinación de las dos, en donde la mayoría de los productos se ubican.

Por otro lado, la función agrega las acciones realizadas a través del producto para la satisfacción de las necesidades del usuario, suministrando aspectos tecnológicos, como los distintos mecanismos bien sean: eléctricos, electrónicos, físicos y mecánicos, que permiten a un producto dar el efecto deseado.

La forma y la función se entrelazan, proporcionando al producto un trabajo óptimo aseverando que no puede existir una función sino se tiene la forma apropiada, esta relación forma-función es transcendental dentro del diseño de cualquier objeto.

Por último, viene la ergonomía. A partir de la definición de la forma y la función, la ergonomía estudia la relación existente entre el objeto, el usuario y el contexto o entorno bajo el cual va a ser utilizado el producto [22]. Teniendo en cuenta aspectos como la morfología, la antropometría, la biomecánica y los sentidos del ser humano, la ergonomía reúne estos aspectos para que el producto se adapte al usuario de la mejor manera y pueda ser utilizado con facilidad.

Los elementos mencionados anteriormente, se establecen como subsistemas dentro del sistema de referencia y afectan todo el diseño del producto, complementándose así para alcanzar la definición conceptual de éste [23].

La metodología expuesta está concentrada en el modelo de diseño concurrente[6] específicamente en la estructuración del problema, el análisis teórico incluyendo las primeras fases hasta la fase informática, el hecho de tomar estos elementos de la metodología es porque esta parte del modelo permite analizar los productos en su esencia, puede tomar el producto existente y examinarlo a profundidad.

El enfoque sistémico del modelado de diseño, nos permite analizar los productos existentes en todas sus dimensiones, conociendo todos los elementos que fueron designados para el desarrollo de cada uno. Se plantea el modelo, como una herramienta de análisis, permitiendo llevar a cabo el estudio de un producto terminado, detectando a su vez, los elementos vitales en su diseño, ya identificada y analizada la composición y la configuración del producto se pueden establecer puntos de referencia para la mejora, modificación o creación de nuevos atributos generando un nuevo diseño que da como resultado una posible evolución del producto que de alguna manera tiene que actualizarse y adaptarse a las distintas tendencias, preferencias de los usuarios y tecnologías emergentes; generando un nuevo modelo. Es así como se realiza un estudio de caso, tomando como referencia

un artefacto específico: el reproductor de música *iPod de 7ma generación*. La razón para establecer como unidad de estudio el artefacto electrónico es porque este tipo de producto tiene características que dan un grado de complejidad, por lo tanto, los artefactos cumplen con funciones técnicas y estéticas, están compuestos de partes que se interrelacionan para el cumplimiento de tareas, es el resultado de un proceso de fabricación industrial, todas estas características se acoplan y permiten que la metodología del enfoque sistémico sea apropiada y pertinente para realizar un análisis del producto.

3. Resultados

En la Fig.3 se aprecia el producto seleccionado para realizar este estudio y la aplicación de la metodología, el reproductor de música *iPod Nano de 7ma generación*.

El modelo inicia con los datos de partida, reportando las exigencias del mercado para su diseño, como se aprecia en la Tabla 1.

La información del sistema exterior se deriva en variables de entrada tal cual se observa en la Tabla 2.

Con toda esta información, dada por el sistema exterior al sistema de referencia, nos introducimos específicamente en este último sistema, para así empezar el procesamiento de la información y realizar su transformación, alcanzando las variables de salida.

En el sistema de referencia, se desagrega la información en objetivos formales, funcionales y ergonómicos; por lo tanto, se inicia con los objetivos del subsistema formal como lo muestra la Tabla 3.



Figure 3. iPod Nano 7ma generación.

Fuente: "Apple Inc.," [Online]. Available: <https://www.apple.com/es/ipod-nano/>. [Accessed 7 julio 2015]

Tabla 1.
Datos del sistema exterior.

DATOS DE PARTIDA SISTEMA EXTERIOR
Consumidor: Hombres y Mujeres, Jóvenes, clase media, estilo de vida sofisticado y moderno.
Demandas del consumidor:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mejor sonido ▪ Grabar notas de voz ▪ Varias funciones ▪ Portabilidad ▪ Integración de radio ▪ Alta fidelidad ▪ Reproducción de música digital ▪ Disminución en el tamaño ▪ Variedad de colores ▪ Facilidad en el uso ▪ Sonido estéreo ▪ Estilo y estética de moda ▪ Capacidad de memoria ▪ Marca e imagen ▪ Innovación
Otros requerimientos:
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Materias primas ▪ Mano de obra ▪ Producción ▪ Normalización ▪ Ergonomía ▪ Psicología ▪ Facilidad de uso ▪ Costos de producción ▪ Diseño para ensamblaje

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2.
Variables de entrada.

VARIABLES DE ENTRADA
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Normativas sobre sistemas de alimentación eléctrica. ▪ Electrónica y electromagnética. ▪ Proveedores de piezas plásticas, metálicas y electrónicas. ▪ Normativas sobre derechos de autor. ▪ Materiales: electrónicos, plástico.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3.
Objetivos subsistema formal.

OBJETIVOS DEL SUBSISTEMA FORMAL
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proporcionar un tamaño adecuado para el bolsillo. ▪ Tener coherencia con el entorno. ▪ Poseer botones físicos con formas geométricas y botón <i>home</i>. ▪ Poseer pantalla táctil. ▪ Soportar conexiones de audio y energía. ▪ Dar forma que se adecue al entorno. ▪ Adaptar colores y texturas estéticamente.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 4.
Objetivos subsistema funcional.

OBJETIVOS DEL SUBSISTEMA FUNCIONAL
<ul style="list-style-type: none"> • Emitir audio estéreo. • Poseer mandos de control para volumen y sintonización. • Reproducir música, videos, fotos digitales. • Poseer conexión inalámbrica. • Poseer radio. • Tener componentes livianos. • Ahorrar energía.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5.
Objetivos subsistema ergonómico.

OBJETIVOS DEL SUBSISTEMA ERGONÓMICO
<ul style="list-style-type: none"> • Poseer botones de fácil uso y de grosor adecuado. • Tener nitidez en el sonido. • Poseer un tamaño adecuado al entorno. • Poseer texturas agradables al tacto. • Adaptar al tamaño de la mano y los dedos. • Utilizar de manera fácil e intuitiva. • Dar buena resolución, iluminación e información adecuada en la pantalla. • Dar un buen ajuste en la cabeza y en las orejas de los auriculares.

Fuente: Elaboración propia.

Estos objetivos se verán reflejados básicamente en los componentes, partes o piezas externas del producto. Posteriormente, se establecen los objetivos del subsistema funcional que se describen en la Tabla 4.

El último objetivo que se plantea es el del sistema ergonómico, los cuales se pueden ver en la Tabla 5.

Los subsistemas contienen tres elementos con los cuales se distribuyen todos los componentes que contiene el producto, estos elementos determinan la disposición geométrica de los componentes del producto, es decir, la organización que tienen las partes del producto tanto a nivel externo, interno y que se relacionan con la ergonomía [16]. Los elementos que constituyen cada sistema son los volúmenes de uso, superficies de uso y los límites de contorno. A continuación, podemos ver una descripción más precisa de estos elementos en la Tabla 6.

La representación gráfica de estos elementos se puede ver en la Fig. 4.

Tabla 6.
Volúmenes, superficies y límites de contorno.

Elemento	Característica
Volúmenes de uso	Espacios tridimensionales que ocupan un lugar en el producto.
Superficies de uso	Áreas planas de uso del producto.
Límites de contorno	Líneas que delimitan el uso del producto.

Fuente: Elaboración propia.

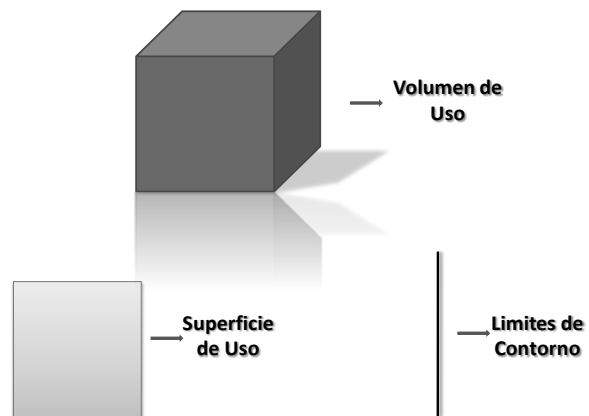


Figura 4. Elementos de los subsistemas.
Fuente: Adaptado de [23]

De esta manera, podemos identificar todos los elementos que componen el iPod, tanto a nivel interno como externo. En consecuencia, la Tabla 7 ejemplifica a nivel funcional el tipo de componentes que tiene el reproductor.

Identificados los componentes internos del producto -los cuales permiten analizar cómo se encuentran dentro del dispositivo-, se observa que, dependiendo la disposición de cada elemento interno, se externaliza el producto en cuanto a su diseño exterior. En la Tabla 8, se especifican los componentes visualizados dentro de éste nivel, en el subsistema formal.

Tabla 7.
Subsistema funcional.

SUBSISTEMA FUNCIONAL
Volúmenes de Uso:
<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla líquida • Batería de Li-ion • Placa lógica • Memoria • Antena Bluetooth
Superficies de Uso:
<ul style="list-style-type: none"> • Cables planos unión componentes internos • Soldaduras que adhieren los componentes • Contacto entre el plug y la salida de los auriculares • Contacto entre el plug y el cable de energía
Límites de contorno:
<ul style="list-style-type: none"> • Carcasa con componentes internos • Pantalla LCD con batería • Pantalla con la tarjeta lógica

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8.
Subsistema formal.

SUBSISTEMA FORMAL
Volúmenes de uso:
<ul style="list-style-type: none"> • Carcasa • Tapa protectora • Botón de encendido • Botón de control volumen • Cable de energía • Cable auriculares
Superficies de uso:
<ul style="list-style-type: none"> • Contacto de botón de encendido • Contacto de botón de volumen • Pantalla táctil • Contacto botón <i>home</i>
Límites de contorno
<ul style="list-style-type: none"> • Marco pantalla con carcasa • Pantalla con marco • Botón <i>home</i> marco pantalla • Ranura plug de energía y auriculares con carcasa • Botones encendido y volumen con carcasa

Fuente: Elaboración propia.

Determinando todos los componentes del producto, tanto a nivel interno como a nivel externo en los subsistemas funcional y formal, se debe distinguir cómo afectan estos elementos la parte ergonómica del producto. Por ende, en la Tabla 9, también se identificaron los componentes que se relacionan con el usuario para la utilización del producto.

Tabla 9.
Subsistema Ergonómico.

SUBSISTEMA ERGONÓMICO
Volúmenes de uso:
<ul style="list-style-type: none"> • Dimensión y peso de la carcasa • Botones de encendido y apagado de fácil utilización • Display con buena visualización
Superficies de uso:
<ul style="list-style-type: none"> • Pantalla multi táctil con rápida respuesta • Material parte trasera con textura cómoda y agradable al tacto • Contactos botones encendido y apagado fácil manipulación • Auriculares contacto conector
Límites de contorno:
<ul style="list-style-type: none"> • Distancia Bluetooth • Visualización tamaño iconos

Fuente: Elaboración propia.

Terminado el proceso de identificación de partes y componentes del producto, se procede a hacer una representación gráfica que permitirá observar en detalles cómo se disponen los distintos elementos del producto.

En la Fig. 5 Se verá la representación gráfica de la disposición geométrica a nivel interno del iPod, allí se precisa el contenido de una tarjeta lógica -en la parte inferior-detrás del botón *home*, donde se encuentran distintas ranuras para llevar los diferentes componentes electrónicos, donde se destaca *la memoria*, uno de los componentes que se comparte con otras versiones de *iPod*, integrándolos mediante los circuitos; la totalidad de los componentes van soldados a dicha placa o tarjeta. Ésta última, va conectada a la pila que va en la parte superior -detrás de la pantalla-, la cual está en la parte frontal del dispositivo; la antena Bluetooth que permite conectar el dispositivo de forma inalámbrica a unos altavoces, es otra pieza que está estandarizada por ser común en otras gamas de *iPod* y se posiciona debajo de la pantalla ubicada en la parte frontal a los botones (*home*, encendido, volumen audio) hallados debajo, al lado y encima de la pantalla respectivamente. Tanto los botones *home* como de *encendido* son componentes estándar que se usan para el *iPod Touch* 6ª generación. Adicional a ello, se vincula a las conexiones de auriculares y por supuesto, a la entrada de energía del dispositivo, dispuesto en la parte inferior.

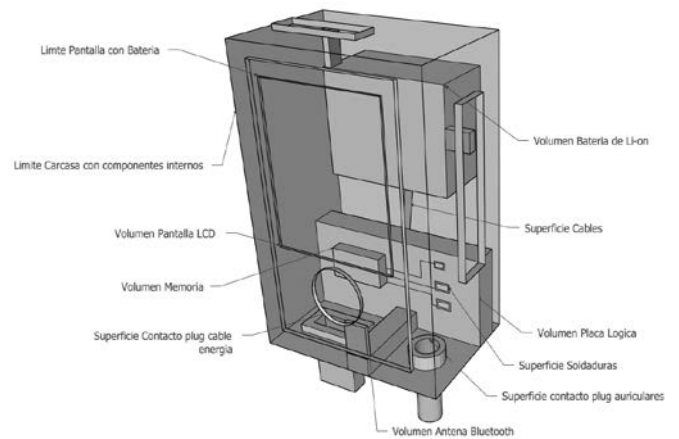


Figura 5. Disposición geométrica interna.

Fuente: Elaboración propia

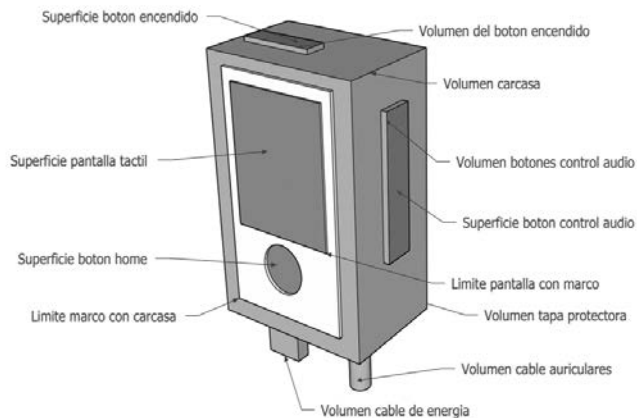


Figura 6. Disposición geométrica externa.
Fuente: Elaboración propia

El esquema gráfico geométrico interno, permite ver y analizar la disposición de los componentes del producto a nivel externo que, evidentemente, depende de cómo se ha configurado en su parte interna. En la Fig. 6 se puede visualizar la organización de los elementos internos y su repercusión directa en la disposición formal del producto. Se observa que la carcasa -como una estructura-, contiene y protege los componentes descritos dentro del subsistema funcional. Es importante tener en cuenta toda la acomodación y estructuración que tiene el producto, en cuanto a todos sus componentes, los cuales afectan su ergonomía. La carcasa que sostiene los componentes internos, es bastante delgada con un grosor de 5 milímetros, fabricada con aluminio anodizado el cual aumenta la protección contra los factores ambientales y, genera una sensación agradable al tacto.

Se puede apreciar la pantalla de tamaño alargado y posición frontal para uso táctil; el botón *home*, que permite el regreso a la pantalla principal del sistema operativo cuando entra en operación el dispositivo, es circular, acomodándose perfectamente al pulgar del usuario. Los otros botones, encendido y *control de volumen*, que se acomodan en la parte de arriba y en la parte lateral del producto pueden ser manipulados con los dedos de una sola mano fácilmente.

La conexión de los auriculares, se encuentran en la parte inferior, dificultando un poco el uso del producto dado que, para conectarlos, el usuario debe dar vuelta al producto causando un doblez en el cable. En cuanto a la ubicación de la conexión de energía, por la parte inferior, es favorable porque de alguna manera el dispositivo no va a estar en uso mientras carga.

La nueva generación de productos como son los reproductores de música portátil, en este caso el iPod, aplica toda su tecnología para el diseño de nuevos productos. La miniaturización de los componentes electrónicos ha hecho que tecnológicamente, se implemente el minimalismo donde se utilizan elementos mínimos y básicos colores puros, así como formas geométricas sencillas. Lo principal en esta generación de iPod es la portabilidad; su diseño está basado en brindar un dispositivo muy compacto y fácil de llevar consigo.

La manipulación del objeto básicamente se realiza en la pantalla luminosa y multitáctil, donde da la información

completa y detallada sobre la utilización. Es definitivamente una interfaz sencilla e intuitiva del reproductor musical.

Es de señalar, que la tendencia a la extrema miniaturización puede llegar a incomodar a los usuarios, aunque si bien es muy bueno para la portabilidad de estos productos, en algún momento, puede ir en contra del manejo fácil, sencillo y cómodo de éstos.

Hoy en día, la gran mayoría de los productos se centran en lo que contiene la pantalla, pues es la que permite configurar y manejar los sistemas operativos de los objetos. Se puede afirmar entonces que la forma de los productos, de alguna manera, pasa a un segundo plano por lo que se empieza a hablar de un diseño interactivo, donde no solamente es importante los factores geométricos del producto sino toda la actividad y el diseño de interfaz, permitiendo un uso con gran facilidad.

4. Discusión y conclusiones

La metodología del enfoque sistémico del diseño se estableció como una herramienta de análisis de productos u objetos existentes, permitiendo evaluar el artefacto electrónico como el iPod. El comienzo de dicha metodología parte de los requerimientos, dados por el cliente, aquí se puede comparar con la técnica de rediseño para la innovación donde las dos primeras etapas a seguir son el establecimiento del mercado objetivo y la identificación de las necesidades, la metodología propuesta presenta similitud en este caso. Sin embargo, la técnica de rediseño para la innovación no analiza los otros factores del entorno que rodea al diseño del iPod; esta es la base para interpretar el diseño porque con estos requerimientos se restringe y se delimita el producto final. Se fue llevando a cabo el análisis de los factores más notables de su diseño en cuanto a su forma, sus funciones y su ergonomía.

La ingeniería a la inversa obtiene información exterior del producto de manera que el enfoque sistémico también puede observar y analizar el exterior del producto, pero adicional se estudiaron como esas partes exteriores del artefacto electrónico pueden afectar la ergonomía y de qué forma se ajusta mejor al usuario. El análisis funcional puede estudiar los medios con los cuales se ejecutan las funciones del producto, no obstante, el enfoque sistémico escudriñó los componentes internos y se evaluó mediante un gráfico como éstos tienen una disposición geométrica adecuada para que pueda funcionar así estableciendo parámetros de interrelación entre las partes internas y externas del artefacto electrónico.

Con respecto a la técnica de rediseño para la reducción de costo la descomposición modular que se practica allí se realiza también con el enfoque sistémico el cual descompuso el iPod, apreciando los distintos materiales en los que fue construido, las partes o piezas del cual estaba compuesto, las formas desde distintos ángulos y, por último, los aspectos de interface con respecto a la utilización del producto por el usuario, para agregar al enfoque sistémico dentro de sus restricciones que impone en el sistema exterior está el costo de producción del producto que delimita los cantidad de componentes en consecuencia se revisó que posibles piezas que podrían suprimirse, pero sin embargo para esta caso no

se encontraron partes a remover.

Al analizar la configuración interna y externa en cuanto a la identificación y disposición geométrica de todos los componentes de artefacto electrónico el enfoque sistémico permitió reconocer las partes que tienen en común con las otras referencias del IPod, justamente algo que admite la técnica de rediseño para una familia de productos.

La metodología del enfoque sistémico, permitió identificar los elementos esenciales del producto desde su interior hasta el exterior, comprendiendo el diseño en aspectos morfológicos, funcionales y ergonómicos. Esta comprensión es importante, porque permite establecer qué puntos a favor y en contra contiene el dispositivo.

Uno de los puntos más importantes de esta metodología con respecto a las mencionadas tales como la ingeniería a la inversa, el análisis funcional y las 4 técnicas de rediseño es que el enfoque sistémico logra integrar y suplir cada una de ellas, también es un enfoque complementario en el momento que una empresa desee mejorar los productos existentes.

Es interesante observar cómo esta herramienta puede suponer un punto de partida para el mejoramiento de este producto en futuras versiones. Al analizar cada aspecto, se puede reconocer que el producto es susceptible de mejora en varios aspectos, los cuales podrían abarcar desde lo estético hasta lo ergonómico, incluyendo lo funcional.

La configuración geométrica exterior y estética de los productos va cambiando de acuerdo a las distintas tendencias que van apareciendo dentro del mercado; sin embargo, se ve afectada y se va complementando de acuerdo a los distintos mecanismos que hacen que funcione. Por lo tanto, los diseños de este producto dependen en gran parte, de la evolución tecnológica.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad Manuela Beltrán y a la Universidad de la Salle por brindar el espacio y los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación y a los estudiantes de diseño de producto y proceso que con su discusión lograron abrir la posibilidad de usar esta herramienta.

Referencias

- [1] Li, Z.-S., Kou, F., Cheng, X. and Wang, T., Model-based product redesign, *Ijcsns*, 6(1A), pp. 100-108, 2006.
- [2] Maria, A.N.A. and Arango, A., Producto para gesta diseño @, Un caso de innovación, 28(122), pp. 181-199, 2012.
- [3] Dumas, H. and Mintzberg, A., Managing the form, function, and fit of design, *Des. Manag. J. Former Ser.*, 2(3), pp. 26-31, 1991.
- [4] Colima, C., Ruth, A., Mendoza, R., De Colima, U. y Vega, Z.D., El comportamiento del consumidor en la adquisición de artículos electrónicos, 9(2), pp. 1538-1547, 2014.
- [5] Cardozo, J.J., Caracterización de los sistemas de productos en el marco de la personalización, la variabilidad y la diferenciación. Un estudio con expertos. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 22(2), pp. 278-291, 2014.
- [6] Hernandis-Ortuño, B. and Briede-Westermeyer, J.C., An educational application for a product design and engineering systems using integrated conceptual models, *Ingeniare. Rev. Chil. Ing.*, 17(3), pp. 432-442, 2009. DOI: 10.4067/S0718-33052009000300017

- [7] Cayo, M., et all, Diccionario de la real academia de la lengua española, 2015. [Online]. Available at: <http://lema.rae.es/drae/?val=sistema>.
- [8] Curtis, S.K., Harston, S.P. and Mattson, C.A., The fundamentals of barriers to reverse engineering and their implementation into mechanical components, *Res. Eng. Des.*, 22(4), pp. 245-261, 2011. DOI: 10.1007/s00163-011-0109-6
- [9] López, C.I., Pinillos, J.C. y Moreno, J.C., Comparación de dos métodos de diseño de implantes basados en tecnologías de ingeniería inversa, diseño e ingeniería, *BIOCAD / CAD / CAE, Ingeniería y Competitividad*, 16(1), pp. 61-68, 2014.
- [10] Tips, T., Backing into quality reverse engineering, pp. 44-47, 2013.
- [11] Alcaide, J., Diseño de producto: Métodos y técnicas. Tesis. Universidad Politecnica de Valencia, Valencia, España, 2001.
- [12] Cross, N., Métodos de diseño: estrategias para el diseño de productos. Ed.Limusa, 2008.
- [13] Wixson, J., Function analysis and decomposition using function analysis system technique, Lockheed-Martin Idaho Technol. Co., 1999.
- [14] Smith, S., Smith, G. and Shen, Y.T., Redesign for product innovation, *Des. Stud.*, 33(2), pp. 160-184, 2012. DOI: 10.1016/j.destud.2011.08.003
- [15] Chen, L., Macwan, A. and Li, S., Model-based rapid redesign using decomposition patterns, *J. Mech. Des.*, 129(3), pp. 283-294, 2007. DOI: 10.1115/1.2406099
- [16] Ulrich K. y Eppinger, S., Diseño y desarrollo de productos, Quinta ed. México, D.F.: Mc Graw Hill, 2013.
- [17] Yang, Q., Yu, S. and Sekhari, A., A modular eco-design method for life cycle engineering based on redesign risk control, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, 56(9-12), pp. 1215-1233, 2011. DOI: 10.1007/s00170-011-3246-1
- [18] Salhieh, S.M., A methodology to redesign heterogeneous product portfolios as homogeneous product families, *CAD Comput. Aided Des.*, 39(12), pp. 1065-1074, 2007.
- [19] Carlos, J. and Westermeyer, B., New methods in design education: The systemic methodology and the use of sketch in the conceptual design stage., *Engineering*, 8, pp. 3365-3375, 2009.
- [20] Guerrero-Valenzuela, M., Hernandis-Ortuño, B y Agudo-Vicente, B., Estudio comparativo de las acciones a considerar en el proceso de diseño conceptual desde la ingeniería y el diseño de productos, *Ingeniare. Rev. chil. ing.* 22(3) pp. 398-411, 2014. DOI: 10.4067/S0718-33052014000300010
- [21] Rodríguez, M., Takeda, N. y Magaña, B., Modelo para el diseño competitivo de productos con orientación final al usuario basado en Inteligencia Competitiva y Tecnológica, *Puzzle Revista Hispana de la Inteligencia Competitiva*, 5(21), pp. 16-21, 2006.
- [22] Docente, D.A., A methodological alternative to design products, G.E.D.G. de Estudios, 2008.
- [23] Hernandis-Ortuño, B. and Iribarren-Navarro, E.R., Diseño de nuevos productos : Una perspectiva sistémica. Tesis de grado, Universidad Politecnica de Valencia, España 2000.

D.F. Sánchez-Zambrano, es graduado Ing. Industrial de la Universidad Sergio Arboleda, Colombia, en el año 2004, titulado como MSc. Universitario en Diseño, Gestión y Desarrollo de Nuevos Productos en 2007 de la Universidad Politécnica de Valencia, España. Docente Investigador de la Vicerrectoría de Investigaciones programa de Ingeniería Industrial Universidad Manuela Beltrán, Colombia desde el año 2007. Las áreas de interés incluyen: proceso de diseño, desarrollo de productos, Metodologías de Diseño.
ORCID: 0000-0002-6080-2860

O. Mayorga-Torres, es graduado Ing. industrial de la Universidad Distrital, Colombia, en el año 2000, titulado como Esp. en Ingeniería producción de la Universidad Distrital, Colombia, en el año 2004 y MSc. en Ingeniería Industrial de la Universidad Distrital, Colombia en el 2013. Docente investigador de la Universidad de la Salle, Colombia. Las áreas de interés incluyen: Gestión del conocimiento e innovación, proyectos industriales, metodologías de diseño y producción.
ORCID: 0000-0002-2354-3193