

PERSONALIDAD DE PRODUCTOS Y SELECCIÓN DE MATERIALES

✉ María Jesús Ávila Gutiérrez, Francisco Aguayo González, Antonio Córdoba Roldán, J. R. Lama Ruíz y Ricardo Galán de Vega
Escuela Politécnica Superior de Sevilla

Los materiales desempeñan un papel importante en las experiencias que los usuarios construyen con el uso de los productos. Hoy día se presta una gran atención a las cualidades sensoriales de los materiales junto a sus propiedades técnicas, lo cual implica que uno de los temas de investigación en Ingeniería del Diseño trate sobre cómo un ingeniero de productos toma decisiones acerca de la selección de materiales.

En algunos casos, estas decisiones son tomadas en base a las investigaciones llevadas a cabo sobre preferencias con grupos focales, mientras que en otros casos las decisiones sobre materiales se llevan a cabo en base a formas, posibilidad de fabricación, función y uso del producto. Sin embargo, no existe un modelo que integre todos los criterios a articular en la toma de decisiones en la fase del diseño de materialización.

En este trabajo se estudian las relaciones entre la personalidad de los productos y los materiales, además se establece un modelo integrado sobre cómo las consideraciones de diseño interaccionan y cómo sus elementos causan relaciones entre los materiales y la personalidad del producto.

El modelo expuesto muestra la complejidad del diseño cuando se incluyen las experiencias de los usuarios, y ayuda a entender las relaciones entre las decisiones de elección de materiales con la personalidad del producto.

INTRODUCCIÓN

Actualmente en el diseño y desarrollo de productos industriales se encuentra en auge la incorporación del diseño experiencial de producto. Esto es debido al hecho de no poder diferenciar los productos únicamente por la funcionalidad técnica para ser competitivos, sino que deben prestar además una especial atención a elementos emocionales y experienciales ligado a su uso. El aumento de conocimientos en este campo permite a los ingenieros de diseño crear productos con personalidad que provoquen las experiencias deseadas.

Las experiencias que se construyen con los productos incluyen las emociones que el usuario experimenta cuando interactúa con los mismos. La personalidad de los productos (PP) es uno de los aspectos que contribuye a la experiencia obtenida con ellos.

Los ingenieros de diseño usan los materiales para incrementar la calidad de interacción con el producto en base a sus propiedades sensoriales y al diseño formal [1,2]. Por ello, es necesario seleccionar cuidadosamente los aspectos de los materiales del producto con los que interactúa el usuario, ya que sus propiedades pueden influir en el uso y personalidad percibida de un producto.

La personalidad de los productos y los materiales no son los únicos aspectos del producto que hay que atender en el proceso de diseño y desarrollo, hay muchos más, como la forma, costes, ambiente, función, etc., que pueden contribuir a reforzar la personalidad global del producto. Por ello, los ingenieros de diseño, para la creación de la personalidad de un producto, tienen en consideración éstos y otros aspectos, pero no los consideran de forma individual, sino globalmente. Muchos de ellos interactúan, esto hace necesario que se planteen diferentes modelos de diseño para evaluar dicha interacción y su contribución a la personalidad del producto.

La atención a la experiencia y las emociones de los usuarios en la interacción con los productos es relativamente novedosa [3], por ello no todos los modelos del proceso de diseño y desarrollo de productos existentes incluyen el enfoque de personalidad de los productos en su diseño.

En este trabajo presentaremos un modelo de diseño que muestre la interacción de los materiales y la personalidad del producto además de su relación con otros aspectos del diseño del producto.

En los siguientes apartados se expone la correspondencia entre materiales y personalidad de los productos, para seguidamente establecer las posibilidades de la relación de los materiales, procesos y formas. Finalmente, se formula un modelo integrado de diseño de la personalidad del producto desde el potencial de las propiedades de los materiales, formas posibles, los procesos de fabricación asociados y de sus interacciones.

RELACIÓN ENTRE PERSONALIDAD DE PRODUCTOS Y MATERIALES

Personalidad

A menudo se habla de la personalidad como si se tratara de un producto (objetualizada), así nos referimos a “una corbata de colores brillantes que le da vida a un traje viejo”, revitalizando su carácter tradicional. No sólo eso, algunas veces hablamos como si la personalidad consistiera en rasgos atractivos y admirables: efecto, encanto, honestidad. Pero no se percibe que la personalidad es algo mucho más complejo de lo que indica el uso ordinario del término, e incluye tanto rasgos positivos como negativos y fuertemente connotativos.

Resulta fácil hablar de aspectos o rasgos de la personalidad sin definir el término en sí, pero lo hacemos con frecuencia: “No confío en ese hombre. No es honesto”, o, podemos decir: “Quiero a Ana. Tiene buen corazón”. Pero es difícil elaborar una definición amplia de lo que es la personalidad. Un concepto actual de personalidad [4,5] es: Patrón de sentimientos y pensamientos ligados al comportamiento que persiste a lo largo del tiempo y de las situaciones. La anterior es una definición bastante extensa, pero es la que advierte dos cosas importantes sobre la personalidad que:

- a) Se refiere a aquellos aspectos que distinguen a un individuo de cualquier otro, y en este sentido la personalidad es característica de una persona.
- b) Persiste a través del tiempo y de las situaciones.

La investigación en psicología [4] siempre han tratado de comprender y caracterizar las diferentes personalidades, pero no fue hasta hace un siglo que los científicos sociales comenzaron a realizar observaciones sistemáticas y a sacar conclusiones de ellas.

Pero en lo referente al presente trabajo se ha de tener claro que la personalidad es algo único de cada



individuo, y es lo que lo caracteriza como entes independientes y diferentes, y lo individualiza de un modo singular y único. Aceptando la siguiente definición:

La personalidad [5] es el patrón de pensamientos, sentimientos y conductas que presenta una persona y que persiste a lo largo de toda su vida, a través de diferentes situaciones.

Desde la teoría de la personalidad [4], se establecen cinco grandes categorías que agrupan cada una de ellas un conjunto de rasgos, entre las que podemos encontrar:

- Extroversión: Locuaz, atrevido, activo, bullicioso, vigoroso, positivo, espontáneo, efusivo, energético, entusiasta, aventurero, comunicativo, franco, llamativo, ruidoso, dominante, sociable.
- Afabilidad: Cálido, amable, cooperativo, desprendido, flexible, justo, cortés, confiado, indulgente, servicial, agradable, afectuoso, tierno, bondadoso, compasivo, considerado, conforme.
- Dependencia: Organizado, dependiente, escrupuloso, responsable, trabajador, eficiente, planeador, capaz, deliberado, esmerado, preciso, práctico, concienzudo, serio, ahorrativo, confiable.
- Estabilidad emocional: Impasible, no envidioso, relajado, objetivo, tranquilo, calmado, sereno, bondadoso, estable, satisfecho, seguro, imperturbable, poco exigente, constante, plácido, pacífico.
- Cultura o inteligencia: Inteligente, perceptivo, curioso, imaginativo, analítico, reflexivo, artístico,

perspicaz, sagaz, ingenioso, refinado, creativo, sofisticado, bien informado, intelectual, hábil, versátil, original, profundo, culto.

De esta manera los tipos de personalidad quedan definidos por un conjunto de rasgos.

De forma análoga, siguiendo la teoría de los rasgos, se puede definir la personalidad del producto enunciando sus rasgos de personalidad. Esta teoría de la personalidad posibilita en el proceso de diseño y desarrollo del producto, que una vez establecidos los rasgos de personalidad de producto por analogía a los de las personas, puedan ser implementados en el proceso de diseño por las propiedades sensoriales y simbólicas de los materiales, sus formas, procesos e interacciones, obteniendo un producto con la personalidad requerida que se diferencia de sus “congéneres”.

Así mismo, se pueden definir cuatro dimensiones [1,2] de la experiencia vivida a través de la interacción con un producto de personalidad definida a través del diseño.

DIMENSION FÍSICA. Estudia los aspectos físicos del producto, tomando como base su dimensión material o energética como elementos puramente estimuladores de las sensaciones visuales, táctiles, auditivas de las personas. Constituye el acoplamiento biológico del usuario con el producto a través de los sentidos. Sólo la dimensión física es la que nos determina el diseño y percepción ontológica de la personalidad de producto, siendo ésta totalmente objetiva.

Figura 1:
Dimensiones de la construcción de la personalidad del producto



TABLA 1: ALGUNOS ATRIBUTOS PERCIBIDOS DE PRODUCTOS Y SUS OPUESTOS

Agresivo	Pasivo	Exagerado	Comedido
Barato	Caro	Femenino	Masculino
Clásico	Moderno	Formal	Informal
Desagradable	Amistoso	Artesanal	Industrializado
Inteligente	Tonto	Honesto	Engañoso
Común	Exclusivo	Humorístico	Serio
Decorativo	Antiestético	Informal	Formal
Delicado	Tosco	Irritable	Encantador
Disponibile	Ocupado	Maduro	Joven
Aburrido	Atractivo	Anticuado	Futurístico
Elegante	Ordinario		

La dimensión emocional determina el diseño y percepción emocional de la personalidad del producto

DIMENSIÓN PSICO-FÍSICA. Es la dimensión que actúa como interfaz entre el mundo físico (estímulo) y la psique humana (percepción), bajo las leyes de la percepción. Esta dimensión constituye la respuesta que obedece a automatismos perceptuales. Para la obtención de conceptos, durante su construcción, el ser humano se valdrá de las ideas innatas, de las leyes de la percepción (filogenia). Esta dimensión apunta al diseño y percepción sensorial de la personalidad del producto, la cual es transcultural.

Se corresponden con las categorías experienciales ontológicas [1,2] y la vía de síntesis para la personalidad de producto es el diseño sensorial.

DIMENSIÓN SEMIÓTICA. Es aquella en la cual cada uno de los elementos que constituyen los rasgos del producto comportan significados distintos, determinados por factores contextuales de tipo social y cultural, que además evolucionan con

el tiempo. La dimensión semiótica consta de tres sub-dimensiones:

- Dimensión sintáctica: es la que estudia las relaciones formales entre los signos, símbolos o iconos.
- Dimensión semántica: estudia la relación entre los signos y el objeto, es decir, el significado en las situaciones de uso y fruición.
- Dimensión pragmática: estudia la relación entre los signos y los usuarios de estos, sus interpretaciones.

La dimensión semiótica nos determina el enfoque de diseño y percepción semiótica de la personalidad, sensible al contexto cultural y a la ontogenia.

DIMENSIÓN EMOCIONAL. Esta dimensión crea un elemento subjetivista en el momento de establecer un juicio de valoración (psicológica) como experiencia de lo vivido a través de la interacción con el producto. Esto viene dado por los aspectos formales: formas, colores, luces..., etc, (rasgos de personalidad), del contexto y estado psicoafectivo del momento de uso, que hacen surgir desde nuestro interior unas emociones y estado de ánimo placenteros, o por el contrario, desagradables que modifican positiva y negativamente, respectivamente, la valoración estética que le damos al producto en cuestión. La dimensión emocional determina el diseño y percepción emocional de la personalidad del producto.

Estas dos últimas dimensiones [2,3] constituyen la categoría gonoseológica de la personalidad del producto.



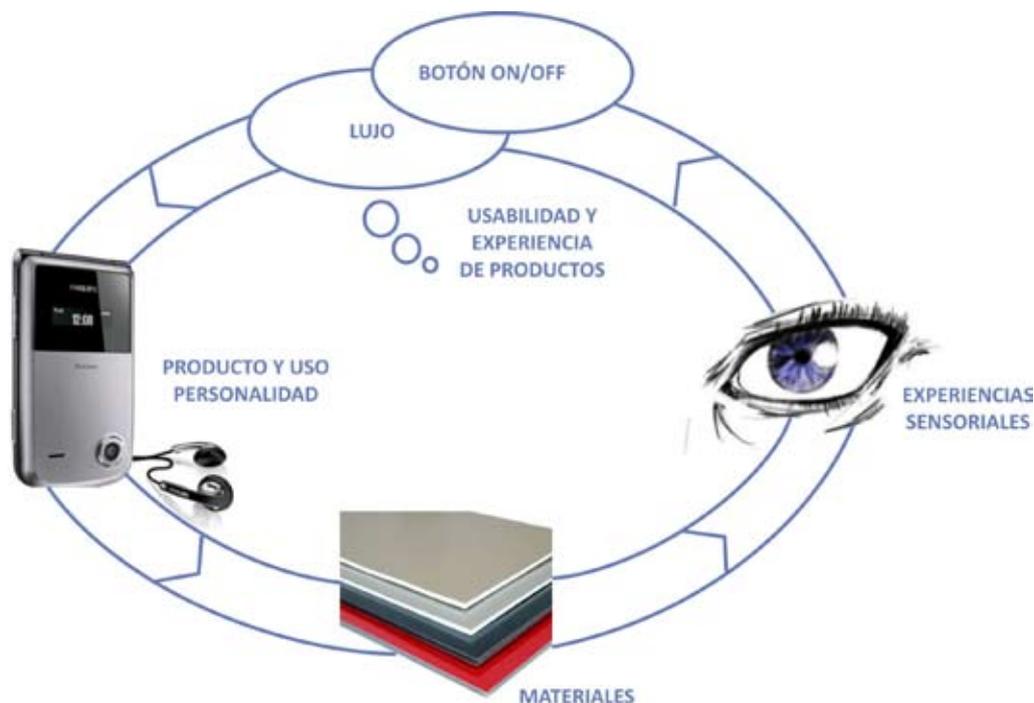


Figura 2: Papel de los materiales en la interacción usuario-producto

Las percepciones de la personalidad del producto y de sus rasgos en las dimensiones psico-física, semántica y emocionales cambian con el tiempo y dependen de la cultura y del estado psicológico del observador. En la tabla 1 se muestra una lista con algunas percepciones y sus opuestos, las cuales se han obtenido a partir de revisiones de productos en revistas especializadas en el diseño de productos [6,7] y pueden ser utilizadas en investigaciones mediante la herramienta de diferencial semántico [3].



Figura 3: Dimensiones de los materiales

Materiales y propiedades sensoriales

Los materiales del producto determinan el modo de interacción del producto y el usuario según sus propiedades o características [1] en las dimensiones expuestas en el apartado anterior.

Antes de comenzar a exponer las dimensiones de los materiales que se necesitan articular en la síntesis de la personalidad de un producto, es preciso tener en cuenta que la correcta elección de un material es decisiva para el diseño de un producto, pues es imposible diseñarlo de forma adecuada sin un conocimiento preciso de los materiales y de los procesos de fabricación asociados, en lo que se refiere a sus propiedades, requerimientos técnicos y de personalidad [6].

Sin ánimo de exhaustividad y con una intención ilustrativa, procedemos a exponer las dimensiones experienciales a través de las que se construye la personalidad de los distintos tipos de materiales.

DIMENSIÓN FÍSICA. Existen una serie de materiales que son comunes en el uso técnico y en el diseño industrial en general (Figura 4). Los más usados son el metal y los plásticos. La madera, las fibras textiles y los materiales cerámicos también se usan, aunque en menor proporción. Cada material posee una serie de atributos físicos en base a sus características naturales, que son percibidos de modos específicos según las características de los órganos y sensoriales y procesos perceptuales.



DIMENSIÓN PSICO-FÍSICA. Los materiales sin tratar nos aportan más estímulos que aquellos que son tratados. Entre las percepciones que transmiten los diferentes materiales tenemos:

- Metales: fría, dura, pesado

DIMENSIÓN SEMIÓTICA. Cada cultura asimila cada material con un significado, pues cada cultura se ha valido del material común de la zona.

- Madera: en algunas zonas la madera se puede considerar como símbolo de antigüedad, calidad y lujo. En otros pueblos la madera, que es material de subsistencia, es símbolo de respeto, valor y cotidianidad. Pero se podría decir como característica común que simboliza algo natural y antiguo.

También, dependiendo del tipo de madera tendremos un significado u otro, pues por ejemplo una silla de caoba no simboliza lo mismo que una silla de aglomerado, posee por tanto una simbología social que dependerá del tipo de madera y de su procesamiento.

DIMENSIÓN EMOCIONAL. Del valor emocional sólo podemos decir que depende mucho de las formas de vivir y de las formas de pensar de cada persona, pero no hay una inducción emocional general o concreta a los materiales.

Otro de los factores claves a considerar para la elección de materiales en el diseño de productos, según Ashby y Johnson [6-8], son los procesos de fabricación. En la Figura 5 se pueden ver representados los criterios para la selección de materiales. En el mismo, las flechas indican la interacción de los criterios, según este modelo los materiales influyen considerablemente en las posibilidades de forma, proceso de fabricación y función.

Ashby [6,7] no menciona al “uso” como criterio en su modelo de selección de materiales. Tampoco incluye el coste, ambiente o vida en servicio. Sólo los cuatro criterios enunciados inicialmente son suficientes según Ashby para posibilitar el diseño de la personalidad. Este autor establece que hay una diferencia entre la dimensión de la personalidad de los materiales y el aspecto personal de los productos. La dimensión de personalidad de los materiales estaría constituida por las características que contribuyen a la personalidad de los productos como su color, textura y asociaciones que las personas tienen con el material. Por otro lado, la personalidad del producto estaría constituida por la combinación

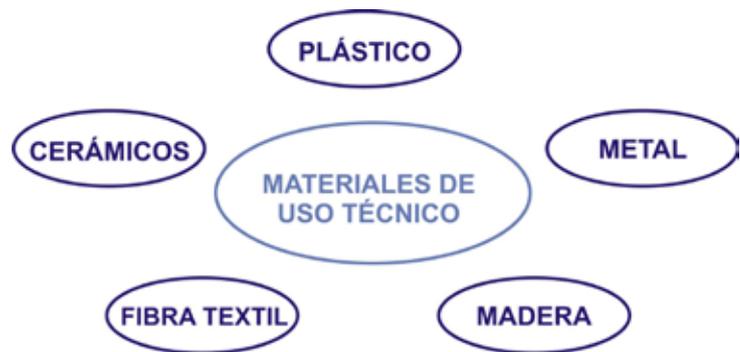


Figura 4: Materiales de uso técnico

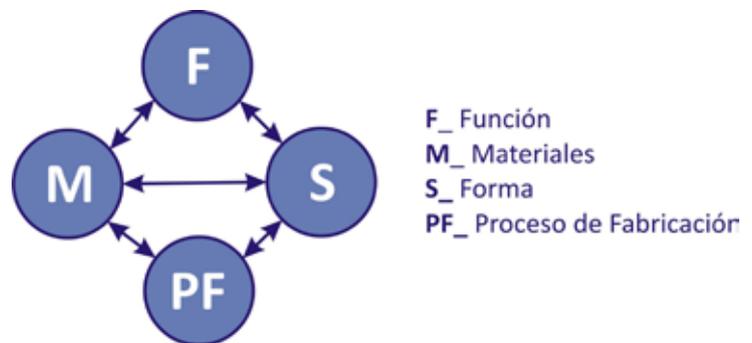


Figura 5: Representación del problema central de la selección de materiales en la selección del diseño mecánico (adaptado de Ashby)

Del valor emocional sólo podemos decir que depende mucho de las formas de vivir y de las formas de pensar de cada persona, pero no hay una inducción emocional general o concreta a los materiales

de diferentes aspectos, incluyendo materiales y, por ejemplo, formas que provocan experiencias deseadas en los usuarios.

MODELO INTEGRADO DE DISEÑO DE LA PERSONALIDAD DE PRODUCTO

Elementos del diseño

Los materiales y la personalidad del producto son la base del modelo integrado que se propone a continuación.

Este modelo está constituido por una séxtupla, como aparece en las figuras 6 y 7 [6].

<MDPP>::=< <PP>,<F>,<U>,<M>,<S>,<PF>>



Figura 6: Elementos del modelo integrado

PP- Personalidad del Producto

M- Materiales

F- Función

S- Forma

U- Uso

PF- Proceso de Fabricación

- **Personalidad del producto** → Define la personalidad del producto y cómo los sentidos de los usuarios reaccionan ante las apariencias bajo la consideración de las propiedades sensoriales y semióticas.
- **Función** → Define el propio producto y la funcionalidad del mismo.
- **Uso** → Define la interacción entre el usuario y el producto.

- **Materiales** → Son definidos como las materias físicas y químicas o tecnológicas de las que está hecho el producto, incluyendo sus propiedades como color, consistencia, elasticidad, etc.
- **Forma** → Define la geometría del producto incluyendo detalles como las texturas y acabados.
- **Proceso de fabricación** → Consisten en el conjunto de actividades que se necesitan llevar a cabo para la materialización del producto, incluyendo herramientas, ensamblado, mecanizado, acabado, etc.

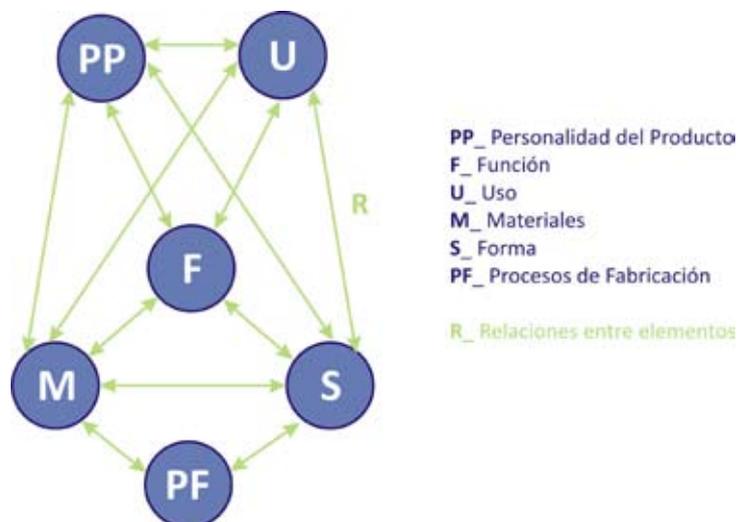
Modelo

El modelo propuesto clarifica la complejidad de interacciones entre función, uso, personalidad de producto, materiales, formas y proceso de fabricación. El modelo integrado contribuye al diseño de productos especificando las interacciones de los elementos y seleccionando materiales para crear la personalidad de productos [3]. El modelo queda reflejado en lo que se refiere a la interacción de sus elementos en la figura 7, en la cual se muestra la combinación entre las consideraciones de diseño concernientes a la personalidad del producto y los materiales con otros elementos anteriormente definidos. Las flechas representan la interacción entre los elementos de diseño.

En la figura 8 se han ejemplificado las doce interacciones, las cuales definiremos a continuación:

1. PERSONALIDAD DEL PRODUCTO Y FUNCIÓN. Los productos con la misma función pueden tener diferentes personalidades. Por ejemplo, tal como se muestra en la figura 8, la función de los dos bolígrafos es la misma pero la personalidad asocia-

Figura 7: Modelo integrado de diseño de la personalidad del producto



da a cada uno de ellos no. El bolígrafo de madera y metal da un aspecto sobrio exclusivo y elegante por lo que podría ir destinado a personas de alto poder adquisitivo como por ejemplo ejecutivos. El bolígrafo de plástico con colores vivos sin embargo ofrece un aspecto convencional y juvenil por lo que podría adecuarse al perfil de un estudiante.

2. PERSONALIDAD DEL PRODUCTO Y USO. Establece cómo el uso de un producto puede tener implicaciones en la personalidad del mismo. Por ejemplo, un portátil para niños, donde el uso es simple ya que posee pocas teclas con una única función, frente a un portátil para un adulto donde la complejidad es elevada y su aspecto demuestra mayor seriedad.

3. USO Y FUNCIÓN. Para llevar a cabo una función, un modo de implementación. Por ejemplo, en el caso del uso de un cepillo de dientes normal frente a un cepillo de dientes eléctrico, el cepillo de dientes eléctrico necesita de botones y de recambios del cabezal mientras que un cepillo de dientes normal posee un uso simple e intuitivo.

4. PERSONALIDAD DE PRODUCTOS Y MATERIALES. Los materiales poseen diferentes aspectos y características asociadas. Por ejemplo, los materiales de goma o elastómeros dan un aspecto flexible mientras que los cerámicos son frágiles. Estos materiales pueden influir en la personalidad de los productos de modo que si queremos obtener un aspecto deportivo utilizaremos materiales transparentes y elásticos mientras que si queremos dar un aspecto clásico usaremos materiales metálicos. Sin embargo, los materiales no son los únicos elementos que contribuyen a la personalidad de los productos ya que un mismo material puede contribuir a diferentes personalidades dependiendo del contexto donde los sitúen.

5. USO Y MATERIALES. Los usuarios interactúan con los materiales de los productos cuando los usan. Tocaban los botones, ven si el producto es duradero o rompible fácilmente, etc. Los materiales dan respuesta a los usuarios sobre el uso del producto. Un teclado de material duro puede dar mejor respuesta que un teclado flexible cuando se posicionan los dedos sobre éste.

6. PERSONALIDAD DEL PRODUCTO Y FORMA. La forma de un producto influye en la personalidad del mismo. Por ejemplo, formas redondeadas inspiran más feminidad que formas angulares.

7. USO Y FORMA. La forma de un producto o partes del mismo nos muestran las posibilidades de su

Los materiales no son los únicos elementos que contribuyen a la personalidad de los productos ya que un mismo material puede contribuir a diferentes personalidades dependiendo del contexto donde los sitúen

uso. La forma de un producto influye en la manera en que los usuarios pueden sostener dicho producto. Por ejemplo, un grifo en el que la apertura o cierre del agua se realiza subiendo o bajando una maneta o girándola en una dirección u otra de forma gradual.

8. FUNCIÓN Y MATERIALES. La función de un producto afecta a los materiales que pueden ser usados. Por ejemplo, los materiales de los envoltorios de los alimentos que se introduzcan en un microondas determinarán si pueden ser o no cocinados por éste.

9. FUNCIÓN Y FORMA. La forma de un producto afecta a como éste puede desarrollar su función. Por ejemplo, la forma de un recipiente de limpieza para el suelo suele ser distinta a la forma del recipiente para limpiar el inodoro.

10. MATERIALES Y PROCESOS DE FABRICACIÓN. No todos los materiales son procesados de la misma forma. Pequeños cambios en los materiales influyen en los procesos de fabricación como por ejemplo, los tiempos de moldeo que se ven influenciados por aditivos en los plásticos. Esto se podría apreciar en las carcasas de dos móviles, una plástica y otra metálica, es decir, el plástico es moldeado por inyección y el metal por conformación.





Figura 8: Modelo integrado de diseño con ejemplos en cada una de las interacciones



11. MATERIALES Y FORMAS. Las propiedades de los materiales pueden dar lugar a restricciones en la formas. Por ejemplo, el vidrio tiene limitaciones en cuanto a la delgadez que se puede obtener, y los elastómeros no pueden dar lugar a formas con bordes afilados. Los materiales tienen diferentes propiedades como el grado de rugosidad de una superficie. Las formas obtenidas con los materiales plásticos son mucho más variadas que con los metálicos.

12. FORMA Y PROCESOS DE FABRICACIÓN. Diferentes procesos de fabricación dan lugar a diferentes formas. Por ejemplo, si pretendemos realizar un perfil continuo, el proceso de fabricación adecuado sería la extrusión. Por ello los procesos de fabricación están íntimamente relacionados con las formas de los productos obtenidos.

Muchas de las interacciones entre las consideraciones de diseño anteriores son bastante complejas. Este modelo sin embargo puede ayudar a los ingenieros del producto en sus tareas de diseño sirviendo de guía y orientación en la generación del espacio de soluciones y la toma de decisiones.

Cada proyecto de diseño es diferente y puede implicar una aproximación al problema que no necesite manejar toda la complejidad del modelo propuesto. Por ejemplo, en algunos proyectos centrados en la funcionalidad técnica los elementos relacionados con el uso y la personalidad de productos no necesariamente deben ser considerados, por lo tanto, algunos elementos del modelo pueden ser obviados o simplificados.

CONCLUSIONES

La satisfacción en el uso es un factor clave para el diseño de nuevos productos, ésta se logra a través de la integración de buenas técnicas de diseño para ofrecer mayor funcionalidad, considerando las necesidades del usuario en el diseño de su interfaz, y un diseño industrial imaginativo para crear un producto que atraiga a los consumidores a los que va dirigido.

La funcionalidad depende de la elección de un material y un proceso de fabricación adecuado para cumplir con los requisitos técnicos de diseño de manera segura y económica. La facilidad de uso depende de las propiedades visuales y táctiles de los materiales para transmitir información y responder a las acciones del usuario. Por encima de todo, las dimensiones físicas, semiótica y sensorial del producto están

fuertemente influenciadas por la elección de los materiales y su proceso de fabricación, confiriéndole al producto una personalidad que, en mayor o menor medida, refleja la del propio material.

Los consumidores buscan algo más que funcionalidad en el producto que compran. El reto para el Ingeniero del producto ya no reside en el cumplimiento de los requisitos funcionales, sino en hacerlo de una manera que también satisfaga las necesidades sensoriales, simbólicas y emocionales. El producto debe llevar a la imagen y transmitir el sentido que el consumidor busca, por ello este trabajo pretende ser una breve guía práctica para los ingenieros de producto, configurándose como un apoyo para el diseño de la personalidad de los productos y la selección de materiales. 

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Aguayo, F., Rubio, F.J., Aspectos expresivos y sensoriales en la Ingeniería del diseño, Técnica Industrial N° 230, Julio-Septiembre, 1998, pp 44-52.
- [2] Aguayo, F., Moreno, C. Terrón, F., Modelo de Ingeniería estética para el diseño de productos industriales, Técnica Industrial N° 233, Abril-Julio, 1999, pp 26-3.
- [3] Aguayo, F. Diseño y producto, Escuela Politécnica Superior de Sevilla. Curso 2007-08.
- [4] Otero, J.M., Psicología de la personalidad, Editorial Ariel, Madrid 2005
- [5] Ortiz-Tallo, M. El apasionante mundo de la personalidad. Editorial Aljibe, Barcelona, 2007.
- [6] Ashby, M. F., and Johnson, K., Materials and design- the art and science of materials selection in product design, Butterworth Heine- mann, Oxford, UK, 2002.
- [7] Ashby, M.F., Johnson, K. The art of materials selection, Materials Today, December 2003, page 24 - 35.
- [8] Ilse Van Kesteren, Pieter Jan Stappers, Prabhu Kandachar, Representing product personality in relation to materials in a product design problem, International Journal of Design, Vol 1, No 3 (2007).

