

APLICACIÓN DE LA ERGONOMÍA HÁPTICA AL DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS

Haptic aided ergonomic application
to product design and development

Dr. Alberto Rosa Sierra

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Universidad de Guadalajara, México
alberto.rossa@cuaad.udg.mx

Dr. Francisco Javier González Madariaga

Centro Universitario de Arte, Arquitectura y Diseño
Universidad de Guadalajara, México
francisco.madariaga@cuaad.udg.mx

Fecha de recibido: 7 septiembre 2012

Fecha de aceptado: 11 noviembre 2012

pp: 9-20



FAD | UAEMéx | Año 8, No 13
Enero - Junio 2013

RESUMEN

En el presente artículo, se describe la importancia de la ergonomía háptica para el diseño y desarrollo de productos, donde el tacto y la sensibilidad juegan un papel esencial en la comunicación no visual del producto y su usabilidad. Se exploran los principios de esta rama de la ciencia y la importancia que tiene para el diseñador el conocimiento de la misma.

Palabras clave: Diseño, ergonomía, háptica.

ABSTRACT

The present article describes the importance of haptic aided ergonomics used for product design and development, where tact and sensitivity play a essential role in non-visual communication of the product and its usability. The article explores the principles of this science and the importance for the process design.

Key words: Design, ergonomics, haptics.

Introducción

Hablar de las propiedades sensoriales de los materiales que conforman un producto, conlleva el uso de disciplinas auxiliares al diseño, como lo son la Ergonomía, la Psicología y la Ciencia de Materiales, las cuales, en un principio parece que no tienen conexión inmediata. Sin embargo hay autores que ya inician esta búsqueda. El pionero en este campo es el Prof. Michael Ashby de la Universidad de Cambridge, quien ha transitado del campo de la ingeniería de materiales hacia el del diseño y desarrollo de productos, encontrando la necesidad de emplear otras disciplinas que vengan a dar luz sobre aspectos poco explorados como el que nos atañe.

Desarrollo

Como punto de inicio, definimos que todos los materiales con que se fabrican los productos (sean estos artesanales o industriales) presentan dos tipos de propiedades percibidas por el usuario: las propiedades intrínsecas del material y las propiedades atribuidas; explicaremos a continuación cada una de ellas.

Las propiedades intrínsecas son aquellas que son cuantificables, universales, propias y exclusivas de cada material y que la ciencia de materiales, ha hecho su labor de estudio. Así tenemos que podemos medir, caracterizar —le llaman los ingenieros—, todo tipo de propiedades inherentes al material, y se dividen en: propiedades mecánicas (resistencia de los materiales a esfuerzos a compresión, a tensión, a flexión, etc), propiedades eléctricas (resistividad, disipación, etc.), propiedades térmicas (temperatura de fusión, temperatura de reblandecimiento, etc.) y otras, como densidad, absorción de humedad, propiedades superficiales, etc. Estas propiedades también son conocidas como “Fisiología del Producto”.

Como se mencionó anteriormente, la Ciencia de Materiales estudia este tipo de propiedades, y no es difícil encontrar información sobre las propiedades intrínsecas de cada material, si acaso, como diseñadores, en ocasiones nos es poco familiar el lenguaje técnico (Figura 1).

Por otra parte, se encuentran las propiedades atribuidas y que tienen que ver con cuestiones de apreciación, de experiencia y culturales que se tiene acerca de los materiales, como son las propiedades estéticas (apariencia, textura, tacto, relaciones y expresividad del material), siendo éstas condicionadas por la cultura, experiencia y vivencia previa del usuario. Estas propiedades también son conocidas como “Psicología del Producto”. Es en este rubro, donde, a nivel global se ha avanzado muy poco, quedando sólo las referencias como aquellas que establecen por ejemplo que las maderas presentan una textura superficial, vetas (patrones), colores y aromas específicos; que son de tipo táctil, que se perciben como un material cálido y con sonido propio,

que representan tradición (trabajo de artesanos y carpinteros), que no existen dos piezas iguales; que la madera enaltece los productos, como por ejemplo: autos finos o muebles caros. Como vemos, estas propiedades son de lo más subjetivas y tienen que ver con la experiencia personal del usuario, con el contexto cultural del mismo y con la manera como se perciben a través de nuestros diferentes sentidos, de tal manera que podemos, de acuerdo al uso de nuestros sentidos, plasmar o resaltar los atributos estéticos de los materiales (Figura 2).



Figura 1. Carácter de un producto, donde se reúnen las propiedades intrínsecas (fisiológicas) y atribuidas (psicológicas). Adaptado de Ashby (2005)

Atributos estéticos de los materiales

Táctil	Cálido	Auditivo	Resonante
	Frío		Apagado
Sabor-olor	Suave		Ruidoso
	Duro		Hueco
	Flexible		Sólido
	Rígido	Visual	Claro
			Transparente
			Translúcido
			Opaco
			Reflectivo
			Brillante
			Mate
			Texturizado

Figura 2. Atributos estéticos de los materiales de acuerdo al uso de nuestros sentidos. Adaptado de Ashby (2005)

Para establecer la manera en que percibimos los productos, hemos iniciado nuestros trabajos con uno de los sentidos menos explorados, el sentido del tacto, el cual describimos a continuación.

Ergonomía háptica

A través del tacto podemos percibir, además de la forma, otras características importantes de los estímulos (su tamaño, su dureza, su peso o su temperatura). Se denomina percepción táctil cuando la información de los estímulos se adquiere sólo a través de la piel, siendo el objeto el que se mueve sobre la misma, que permanece estática. Esta forma de percepción suele ser peor que cuando es la mano la que se mueve libremente para explorar el estímulo (percepción háptica). Aunque toda la superficie corporal tiene sensibilidad táctil, la mano es el órgano natural del tacto porque está adaptada para manipular objetos. Sus sensores cutáneos y cinestésicos están finamente articulados con los mecanismos motores, lo que hace que la mejor manera de explorar los objetos sea realizando movimientos coordinados de los dedos y las manos (percepción háptica) (Figura 3).



Figura 3. Ejemplo de percepción háptica para un mismo material (ligero, pesado o suave)
Fuente: marieruillon.com, Daily haptics Project.

El sistema háptico es una modalidad perceptiva compleja que codifica la información que llega al cerebro, proporcionada por los mecanorreceptores de la piel y por los receptores cinestésicos de los tendones, músculos y articulaciones (Loomis y Lederman, 1986). Cuando exploramos objetos, o patrones de líneas o de puntos realizados con nuestras manos, realizamos de forma voluntaria una serie de movimientos exploratorios. La eficiencia de la visión (en precisión y rapidez) hace que se considere que esta modalidad domina al resto de las modalidades perceptivas. La percepción de la forma a través del tacto es algo menos precisa y más lenta que la percepción visual. Esta razón ha hecho que muchas veces, no se le dé la importancia que realmente tiene al aspecto háptico. La percepción de la forma depende de la organización espacial. Para codificar una forma, hay que relacionar sus rasgos percibidos a través del tacto (unos con otros), o con respecto a algún marco de referencia interno o externo (Millar, 1997). Una de las razones por las que el tacto parece inferior a la visión a la hora de percibir formas, es que en el tacto sin visión es difícil encontrar un marco de referencia con respecto al cual se pueda codificar la forma (Figura 4).

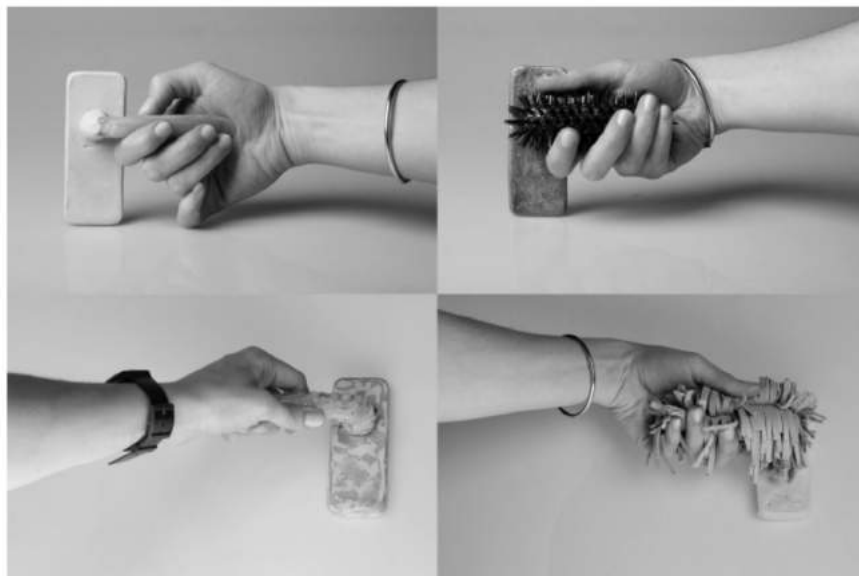


Figura 4. Experimentos hápticos de la diseñadora Marie Ruillon para asas de puertas
Fuente: marieruillon.com, Daily haptics Project.

Aplicación de la ergonomía háptica a los productos

Resulta especialmente adecuado el uso de las señales hápticas cuando las condiciones ambientales o del entorno son difíciles (sobrecarga de estímulos audiovisuales) o extremas (situaciones singulares o de alto riesgo). La tabla 1 nos muestra en qué condiciones es preferible el uso de un display háptico.

Es interesante subrayar las posibilidades que pueden ofrecer, en un futuro, el carácter dinámico de los estímulos de este tipo. Las primeras inclusiones de características hápticas en los objetos se dieron hacia los años setentas específicamente en herramientas, de la mano del desarrollo de polímeros y elastómeros que permitían desarrollar magos y asideros que mejoraban la sujeción de los objetos, sin embargo, el uso de materiales elastoméricos se limitaba a insertos o piezas completas superpuestas a las herramientas y objetos de mano (Figura 5).

Es hasta fines de los años noventa, que de la mano de la industria automotriz, se inicia el desarrollo de las interfases hápticas, especialmente en la tarea de la conducción del vehículo, debido a que es, en esta operación, cuando el resto de los sentidos (oído y visión) se encuentran con otras tareas. Un ejemplo de aplicación es el que se ha dado a las palancas que se encuentran a los lados del volante, para accionar las luces, limpiabrisas, autoestéreo, control de velocidad de cruce, etc. (Figura 6).

Displays visuales	Displays auditivos	Displays hápticos
Utilizado para:	Utilizado para:	Utilizado para:
Mensajes complejos	Mensajes simples	Mensajes simples
Mensajes largos	Mensajes cortos	Mensajes cortos
Mensaje referido al futuro Referido a localizaciones en el espacio	Mensaje referido al presente Referido a hechos que están sucediendo	Mensaje referido al presente Referido a hechos casi inmediatos
No exige acción inmediata	Exige una acción inmediata	No exige una acción inmediata
Aconsejable cuando:	Aconsejable cuando:	Aconsejable cuando:
El sistema auditivo del operario está sobrecargado	El sistema visual del operario está sobrecargado	Los sistemas auditivo y visual del operario están sobrecargados
El lugar donde se recibe la señal es muy ruidoso	El lugar donde se recibe la señal está muy iluminado	Condiciones ambientales o extremas
El trabajo realizado le exige permanecer en la misma posición	El trabajo realizado le exige moverse continuamente	De carácter estático, aunque también puede desarrollarse con sentido dinámico

Tabla 1. Tipos de displays y recomendaciones para su uso
Fuente: Gutiérrez, 1997



Figura 5. Ejemplo de herramienta al cual se le ha colocado un recubrimiento "suave" para mejorar el agarre; sin embargo, este mango tiende a moverse (con el movimiento de uso) por estar superpuesto
Fuente: espanol.torange.biz



Figura 6. Ejemplos de desarrollo de interfaces hápticas en la industria automotriz. Izquierda: Palancas de encendido de luces/direccionales y control de velocidad de cruce (Peugeot 206), Derecha: Palanca de encendido de limpiabrisas delantero y trasero (Equinox, GM)
Fuente: www.peugeot.fr / www.chevrolet.com/equinox

Actualmente la aplicación de interfases o displays hápticos ha encontrado una gran posibilidad de aplicaciones en el campo de la electrónica de consumo (Figura 7 y 8); se continúa estudiando en la industria automotriz (Figura 9), y sin duda veremos cada vez más aplicaciones en productos de uso común en el futuro.



Figura 7. Masajeador sensual de Philips Electronics, este producto es un excelente ejemplo del uso de la aplicación de cualidades hápticas de los materiales
Fuente: www.philips.es



Figura 8. Teléfono celular “Touch wood” de Sharp (2010). En este producto se enfatiza el uso de los atributos estéticos asociados al tacto y vista para un producto original e irrepetible.
Fuente: tgreatpert.blogspot.com

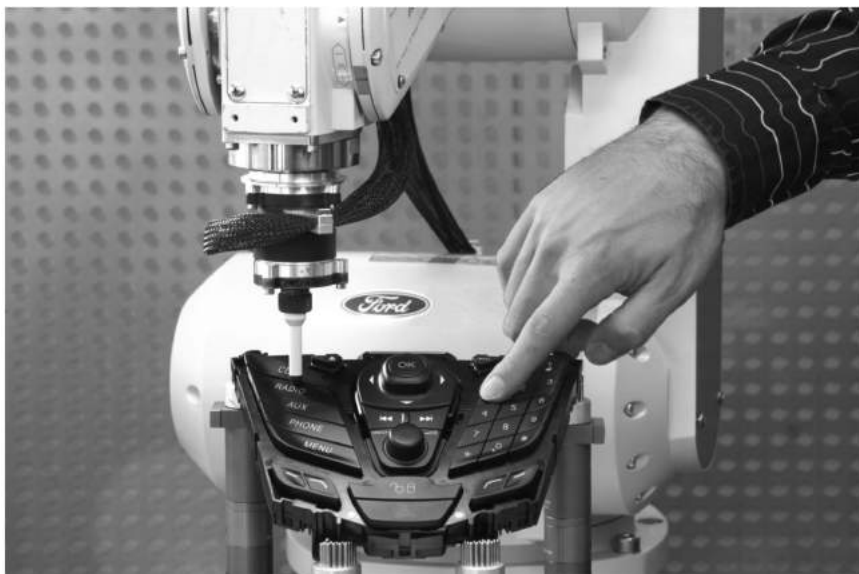


Figura 9. Uso de robots sensibles al tacto, dentro de la industria automotriz. Ford “RUTH” (Robotized Unit for Tactility and Haptics), que permite determinar la sensibilidad de uso de los botones de un tablero de instrumentos
Fuente: news.cnet.com

Por lo anteriormente señalado, el desarrollo de las estructuras para la conformación de los objetos que permitan la incorporación o creación de propiedades hápticas, como las estructuras rígido-flexibles, ha cobrado cada vez mayor relevancia.

Conclusiones

Dentro de los trabajos de investigación desarrollados por el Cuerpo Académico 381 “Innovación tecnológica para el diseño” de la Univer-

sidad de Guadalajara, se ha desarrollado una extensa investigación tecnológica para la producción de estructuras bi-capa de polímeros, las cuales son la base para el diseño y desarrollo de productos con displays hápticos, como algunos de los ejemplos mostrados anteriormente (herramientas, electrodomésticos, etc). En la investigación se han estudiado tres diferentes procesos de producción de estas estructuras bi-capa: sobre-inyección, co-extrusión y sobre-moldeo. Los resultados de esta investigación han demostrado la factibilidad de producción de estas estructuras y se han establecido los mejores parámetros y condiciones técnicas para su producción.

Cuando se realizaba la investigación tecnológica surgieron algunas dudas acerca del grado de dureza que las superficies en contacto con el usuario, debían de considerarse para ser agradables y seguras. En este punto, descubrimos que la literatura y referencias eran muy pobres; incluso, aún los fabricantes de elastómeros, no tienen una referencia clara de qué tipo de suavidad es la mejor para el tacto, de acuerdo al tipo y entorno de aplicación al producto.

Fruto de la falta de información, es que encontramos en nuestra búsqueda de productos con características de “agarre seguro”, una gran cantidad de conformaciones: exceso de dureza en el material supuestamente flexible; capas de material flexible, tan delgado que permiten sentir la dureza del sustrato; dureza del elastómero adecuada que, al primer uso se deforma de tan flexible que es el material; y un sinnúmero más de errores en la aplicación del sistema bi-componente, atribuidas a la mala elección del material, sin tomar en cuenta los errores en la técnica de producción, que obviamente, dan al traste la supuesta comodidad y eficiencia de este tipo de productos (Figura 10).



Figura 10. Ejemplos de aplicaciones mal logradas de productos con asas de “agarre cómodo” (de izquierda a derecha). En el primer ejemplo, el material elastomérico es apropiado al agarre, sin embargo es tan delgado que al momento del uso termina sintiéndose la rigidez del sustrato. En el segundo ejemplo, el material elastomérico es tan duro como el cuerpo del cepillo. En el tercer caso, el material elastomérico es apropiado al tacto, sin embargo al esfuerzo del corte se deforma, provocando una sensación de inestabilidad en la acción de corte
Fuente: Catálogo en línea de Grainer

Por lo anteriormente señalado, es motivo de nuestro interés estudiar las características que deberían de cumplir los displays hápticos y las aplicaciones en productos de agarre cómodo para que realmente cumplan su función de comunicación, comodidad y seguridad para el usuario.

Nuestra primer aproximación, ha sido documentar el *estado del arte* en ésta área del conocimiento, descubriendo que existen diferentes

aproximaciones y enfoques. Por una parte, existen algunos trabajos de científicos, provenientes desde la psicología, neurofisiología y profesionales que trabajan con invidentes. La otra vertiente de trabajo es de los investigadores del área de multimedia, quienes exploran el impacto de las habilidades hápticas en los dispositivos de comunicación. En el área del diseño y desarrollo de productos son muy pocos los trabajos desarrollados, por lo que se presenta el área como una excelente oportunidad de desarrollo futuro.

Una parte importante de este tipo de trabajos es la retroalimentación y discusión de los mismos, por lo que, actualmente nos encontramos en la fase de establecimiento de relaciones con grupos de investigación afines y expertos en el tema.

Fuentes de consulta

1. Ashby Mike (2005), *Materials selection in mechanical design*, Elsevier, Oxford.
2. Ashby, Mike y Johnson, Kara (2009), *Materials and Design: The Art and Science of Material Selection in Product Design*, Butterworth-Heinemann, London.
3. Chen, Xiaojuan (2009), "Exploring Relationships between Touch Perception and Surface Physical" en *International Journal of Design*, Vol.3 no.2, Chinese Institute of Design, Taiwan R.O.C.
4. Evans, Mark (2005), "An evaluation of haptic feedback modelling during industrial design practice" en *Design Studies* 26 (2005) 487-508, Elsevier Science, Holanda.
5. Hayward, V.; Astley, O. R.; Cruz Hernández, M.; Grant, D. and Robles De la Torre, G. "Haptic interfaces and devices." en *Sensor Review* 2004; 24(1):16–29, Emerald Group Publishing Limited, Inglaterra.
6. Loomis, Jack (1986), "Tactual perception" en *Handbook of perception and human performance*, Vol. 2, Wiley-Interscience Publ., New York, EEUU.
7. Millar, Susanna (1997), *Reading by touch*, Routledge, London.
8. O'Modhrain, Sile (2004), "Touch and go, designing haptic feedback for a hand-held mobile device" en *BT Technology Journal*, Vol 22, no.4, British Telecom, Inglaterra.
9. Rosa, Alberto (2008), *Estudio y caracterización de estructuras bicapa poliméricas conformadas por MABS + TPU*, Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.
10. Tiest, Bergmann (2006), "Analysis of haptic perception of materials by multidimensional scaling and physical measurements of roughness and compressibility" en *Acta Psychologica*, 121(1), 1, Elsevier, Holanda.