

## **Aplicación del diferencial semántico para la evaluación de calculadoras**

Juan Manuel Madrid Solórzano

### **Resumen**

El propósito de este estudio es determinar las diferencias en la percepción de los atributos tangibles de diseño en calculadoras científicas a partir de la percepción visual y definir las características que son mejor evaluadas por los consumidores. El método de diferencial semántico es utilizado para evaluar mencionado propósito. Dieciséis adjetivos bipolares son empleados para conocer la percepción del producto. Once modelos de calculadoras fueron evaluados por 51 alumnos de diseño industrial.

### **1. Introducción**

Se considera que un producto satisface las expectativas del consumidor cuando cumple con tres requisitos, el primero es la funcionalidad, es decir, útil y económico en la ejecución de una actividad, por tal motivo es adquirido; el segundo es la usabilidad: el producto debe ser fácil de comprender y seguro de operar durante la realización de una tarea (Jordan, 2000, p. 5). El tercero es la estética: el afecto agradable en la apreciación de la geometría, color, detalle, textura, etc., de un objeto. Estos requisitos deben ser cumplidos en conjunto para ser considerado un producto como un significado de pertenencia al estilo de vida de la persona que lo necesita y estará dispuesto a pagar un precio monetario por el producto (Ashby & Johnson, 2003, pp. 23-26).

Sin embargo, se compran productos con tan solo visualizarlos, no es necesario comprobar su funcionalidad y usabilidad a través del uso; la imagen del objeto en un aparador o catálogo resulta en una predicción de satisfacción de necesidades y emergen afectos que determinan la decisión de compra (Crilly, Moultrie & Clarkson, 2004, p. 547). La satisfacción pronosticada que un consumidor realiza con respecto a un producto, puede ser determinada por varias causas, por ejemplo: comentarios y/o anuncios comerciales, el ambiente físico (iluminación, temperatura, ruido, etc.), el contexto en el que es percibido (estado emocional, nivel cultural, etc.), experiencia con productos similares y los atributos tangibles del objeto (geometría, colores, texturas, cesías, materiales, gráficos, detalles y dimensiones) que conforman elementos de diseño, como son: pantallas, teclados, botones, perillas, entre otros (Caivano, 2001, pp. 91; Crilly et al., 2004, p. 551); en conjunto estas causas envían un mensaje (estímulos) percibido por los sentidos, en donde se captura la información o energía que emana del ambiente y son interpretadas por la mente, originando juicios sobre la elegancia, estilo, novedad, costo, funcionalidad, modo de uso y significado social (Crilly et al., 2004, pp. 550-551; Humphrey, 1992, pp. 82-89).

La función primordial del cerebro es la predicción – la expectativa de eventos por venir – con un fin fundamental, ahorro de tiempo y energía al kilo y medio de masa llamado cerebro (Llinás, 2004, pp. 26-28). Llinás menciona que la base de la predicción es la percepción, que se refiere al proceso mental que organiza la estimulación que emana del ambiente para realizar una interpretación interna de objetos, imágenes y eventos (Schiffman, 2006, p. 24). Un objeto visual es una materia física en donde incide radiación visible, que la absorbe y la refleja, produciendo una determinada distribución espectral o estímulo físico que un sistema visual de un observador interpreta como sensación de color, espacio, forma, textura, etc. (Carrillo-Aguado y Bujdud, 2003, pp. 1-4; Caivano, 2001, pp. 90-91), esta información sensorial se combina con la herencia genética y la memoria resultando en el proceso denominado como “la percepción” (Anaya, 2005), y por medio del lenguaje comunica su interpretación interna (Caivano, 2001, pp.87-88; Mondragón, Pedro company & Vergara, 2005, p. 1022).

Cuando el consumidor observa los atributos tangibles de un producto, que pueden ser considerados como variables que el diseñador puede manipular, la memoria realiza asociaciones e interpretaciones que resultan en atributos intangibles como moderno, antiguo, elegante, complejo, innovador, etc. (Ljungberg & Edwards, 2003, pp. 522-524).

La realidad de lo que se percibe no es solo tangible, si no también intangible, existe un medio ambiente virtual, que es formado por las interacciones humanas a través de símbolos, creando el mundo social, cultural y personal, de donde surgen procesos fundamentales como la comunicación de valores y costumbres, que pueden ser manifestados a través de signos como palabras, sonidos, gestos e imágenes. Es entonces cuando los productos físicos que se diseñan pasan a significar cosas, pasan a una dimensión simbólica, que permiten la cooperación, competencia o indiferencia en el mundo social y personal (Góngora-Villabona, 2005, p. 46).

Con lo anteriormente mencionado se puede concluir que la percepción visual de un producto es el resultado de la interacción de tres factores: el cognitivo, el sociocultural y el situacional. El primer factor son los principios o sistemas aprendidos de interpretación capaces de atribuirle un valor y significado a los objetos e imágenes. El factor sociocultural son los arquetipos religiosos, políticos, históricos, familiares, laborales, etc., que contribuyen a construir, modificar o confirmar símbolos o significados existentes en el cognitivo. El último factor es el ambiente o contexto que se manifiesta ante el individuo para realizar juicios; los elementos que lo forman son el clima, tiempo e información disponible, la iluminación, espacios o escenarios, entre otros (Heinze, 2001, pp. 4-6; Rodríguez y Ramírez, 2004, pp. 7-10).

El cognitivo asigna variedad de interpretaciones y significados a la información visual de un objeto, y de acuerdo a las vicisitudes históricas personales con objetos e individuos, se originan afectos (sensaciones y emociones). La sensación es el sentimiento agradable o desagradable (vértigo, miedo, calor, furia, escalofrío, etc.) de un estímulo exterior, percibido por los sentidos (Norman, 2004, p. 11). Las sensaciones son irracionales, se encuentran en el umbral de la conciencia (Humphrey, 1992, pp. 77-78). Cuando las sensaciones suben al nivel de la conciencia, donde interactúan con las vicisitudes históricas personales (experiencia) almacenados en la memoria, se transforman en expresiones emocionales. Cuando un objeto o imagen produce una emoción positiva, se pasan por alto los defectos (Norman, 2004, pp. 17-20).

Así entonces se puede mencionar que la satisfacción completa del consumidor no solo depende de requerimientos objetivos, aspectos tales como durabilidad, seguridad, potencia, material, rapidez, entre otros (Mondragón, 2005), sino también de requerimientos subjetivos (Petito, 2004, p. 508), tales como aprecio, elegancia, significado social y belleza (Crilly et al., 2004, p. 551), transmitidos al usuario por la visualización de los atributos tangibles de diseño (Alcántara, 2005).

Para el estudio de la percepción visual de los objetos, explorar las preferencias del consumidor o medir el significado afectivo de las cosas, el método de diferencial semántico (DS) es de los utilizados más frecuentemente (Alcántara, 2005). Muchas aplicaciones de esta técnica son encontradas en la literatura. Utilizado para estudiar la percepción de la forma de máquinas herramientas, obteniendo como resultado diferencias en la percepción de los diferentes grupos de población, operadores, administradores de producción y profesores universitarios (Mondragón, 2005). Esta técnica ha sido utilizada para crear un espacio semántico (conjunto de palabras empleadas por usuarios) para evaluar la percepción de zapatos casuales (Alcántara, 2005). Así también para investigar las diferencias en la percepción de la forma entre diseñadores y usuarios, revelando que existen diferencias significativas entre ambos (Hsu, 2000). Esta técnica ha sido aplicado para examinar la preferencia del usuario hacia las formas de los teléfonos móviles (Chuang, 2001). Es empleado como el primer paso en métodos de diseño centrados en el usuario, como Ingeniería Kansei (Alcántara, 2005), aplicado en el diseño del interior de vehículos (Tanoue, 1997).

El propósito de este estudio es determinar las diferencias en la percepción de los atributos tangibles de diseño en calculadoras científicas a partir de imágenes, con la finalidad de definir que atributos son mejor evaluados por los consumidores para su posterior clasificación y sirva como guía de diseño para el desarrollo de nuevos conceptos. Esta investigación no incluye la percepción de colores, por tal motivo todas las imágenes presentadas fueron en escala de grises. Además, se evitó que existieran textos o gráficos sobre las pantallas que persuadan funciones matemáticas que realiza el producto.

## **2. Método**

El diferencial semántico (DS) es una técnica que sirve para percibir el grado y el significado afectivo, subjetivo o connotativo de los conceptos, objetos y, en general, de los eventos por medio de adjetivos o descriptores. Cada persona a ser evaluada su percepción con respecto a un objeto se le presenta un formato que consiste en una lista de adjetivos bipolares previamente seleccionados (ver figura 1). Cada adjetivo bipolar cuenta con una escala, como ejemplo: 3, 2, 1, 0, -1, -2, -3, para que el individuo designe el grado afectivo que tiene de la imagen presentada con respecto al adjetivo, al final de un proceso de muestreo cada adjetivo bipolar se obtiene su peso, que resulta de la división de la suma total de la multiplicación de la frecuencia de cada escala por su valor (3, 2, 1, 0, -1, -2, -3) entre el total de la muestra ( $n = 51$ ). Los pesos son usados para hacer el análisis correspondiente al objetivo de la investigación (cálculos aritméticos y estadísticos).

El proyecto es dividido en dos pasos. El primer paso consistió en precisar el número de adjetivos bipolares para evaluar el producto y la selección de las imágenes de las calculadoras. En el paso dos se desarrollaron el formato de evaluación DS y la agrupación de los adjetivos en grupos, cada grupo significa un requerimiento o expectativa del consumidor que influyen en la decisión de compra de calculadoras.

### **2.1. Paso I – Selección de los adjetivos bipolares e imágenes**

La selección de los adjetivos bipolares para el diseño del formato DS se obtuvo de tres etapas. La primera consistió en la aplicación de un cuestionario denominado “exploratorio”, con preguntas sobre el estilo de vida, la convivencia y experiencia con diversos productos físicos y calculadoras, el objetivo principal fue el estimular a expresar frases, palabras o adjetivos, el número de encuestados fue de 30 alumnos entre 20 y 25 años de edad. Así también, se procedió a una búsqueda en la literatura de aplicación del DS, catálogos y sitios Web especializados en la venta de calculadoras. En total se encontraron 109 adjetivos, y en una segunda etapa, fueron sometidos a una selección por 12 alumnos, eligiendo los más representativos y comunes para hacer juicios sobre calculadoras, y con aquellos que con mayor frecuencia fueron seleccionados, se diseñó un total de 41 adjetivos bipolares, como se muestran en la tabla 1.

En la tercera etapa se formaron dos grupos de enfoque. Uno formado por 6 alumnos universitarios, tres hombres y tres mujeres. El segundo fue formado por dos ingenieros industriales y un diseñador industrial. Los 41 adjetivos bipolares fueron presentados a los dos grupos y se les invitó a eliminar aquellos que no fueran comúnmente utilizados, similares, desconocidos o menos significativos, resultando en 16 adjetivos bipolares que se muestran en la tabla 2.

La elección de las imágenes apropiadas para evaluar la percepción consistió en una búsqueda en páginas Web de diversas empresas, pero debido al elevado número de imágenes de modelos encontrados se procedió a seleccionar calculadoras por las siguientes características: marcas y modelos que con mayor frecuencia se encuentran en supermercados y empresas especializadas en la venta de equipo y accesorios de oficina en la localidad y una buena calidad de imagen. En total once modelos fueron elegidos: los modelos CFX-9850GC PLUS (C1), CFX-9850GB PLUS (C2) y FX-9860G SD (C3), de la marca Casio; los modelos HP 48G+ (C4), HP 48 GX (C5), HP 49G (C6)

y HP 39GS (C8) de la marca Hewlett Packard; los modelos TI-92 Graphic (C7), Voyage 2000 (C9), TI-89 (C10) y TI-89 Titanium (C11) de la marca Texas Instrument.

## 2.2. Paso 2 – Diseño de formato DS y proceso de evaluación

A través de una revisión de literatura se determinó que para evitar confusiones en el llenado del formato por parte de los individuos participantes en el estudio, las escalas empleadas deberían ser positivas para cada uno de los descriptores opuestos pertenecientes al mismo par. Sin embargo, para analizar los resultados, el rango de la escala utilizado fue de +3 a -3. Donde +3 significa máxima valoración para el adjetivo de la izquierda y -3 máxima valoración para el adjetivo de la derecha (Quintanar, Quintana y Arias, 2000, p. 59; Mondragón, Pedro Company y Vergara, 2005, pp. 1023). El formato diseñado del diferencial semántico (DS) se muestra en la figura 1.

Se aplicó el formato DS a 51 alumnos de Programa Educativo de Diseño Industrial, de nivel de principiante y avanzado, 28 mujeres y 23 hombres. Cada alumno evaluó las 11 imágenes seleccionadas de calculadoras científicas en escala de grises, fueron proyectadas por medio de un dispositivo de proyección digital (Cañón), los alumnos fueron evaluados en grupos y/o individualmente en aulas de clases.

Infantil – Maduro	Fácil de manipular – Difícil de manipular	Resistente – Frágil
Elegante – Vulgar	Mala calidad – Buena calidad	Robusto – Delicado
Inestable – Estable	Interesante – No interesante	Largo – Compacto
Existente – Nuevo	No original – Creativo	Estándar – Destacado
Duro – Suave	Tradicional – Moderno	Pesado – Ligero
Común – Particular	Masculino – Femenino	Obediente – Rebelde
Inteligente – Limitado	Conservador – Renovador	Nostálgico – Futurista
Racional – Emocional	Alta tecnología – Tradicional	Accesible – Inaccesible
Potente – Débil	Hecho a mano – Alta tecnología	Duradero – Efímero
Robusto, Ligero	Fácil de manejar – Difícil de manejar	Seguro – Peligroso
Bello – Feo	Fácil de limpiar – Difícil de limpiar	Silencioso – Ruidoso
Compacto –	De alta calidad – De baja calidad	Eficiente – Ineficiente
Inconsistente		
Sencillo – Complejo	Confortable – Incómodo	Flexible – Rígido
Fiable – Inseguro	Estable – Inestable	

Tabla 1. Adjetivos bipolares seleccionados en primera etapa

Accesible – Inaccesible	Agradable – Desagradable	Alta tecnología – Baja Tecnología
Confortable – Incómodo	Eficiente – Ineficiente	Elegante – Vulgar
Excesivo – Moderado	Fácil de manejar – Difícil de manejar	Fiable – Inseguro
Interesante – No interesante	Buena calidad – Mala calidad	Resistente – Frágil
Robusto – Ligero	Alegre – Serio	Tradicional – Moderno
Complejo – Sencillo		

Tabla 2. Adjetivos bipolares seleccionados para formato de evaluación.

Posterior a la aplicación del formato del DS se realizaron actividades de grupo enfoque, con la participación de 12 alumnos y 4 maestros, con la finalidad de determinar los requerimientos objetivos (RO) que influyen en la decisión de compra de una calculadora, de donde surgieron un total de seis requerimientos que se muestran en la figura 2. El primero es que una calculadora se considere *Tecnológica*: que describe el avance tecnológico o modernidad del producto; el segundo es la *Funcionalidad*: que especifica la utilidad o eficiencia; el siguiente es la *Calidad*: la percepción de que es de buena calidad y resistente; el cuarto requerimiento es la *Estética*: la belleza o lo agradable a la vista de sus atributos tangibles; la *Ergonomía*: la facilidad de uso o de manejo, y por último el *Precio*: define la apreciación de caro o barato.

		Muy	Bastante	Poco	Nada	Poco	Bastante	Muy	
		3	2	1	0	1	2	3	
A1	Accesible								Inaccesible
A2	Agradable								Desagradable
A3	Alta tecnología								Baja Tecnología
A4	Confortable								Incómodo
A5	Eficiente								Ineficiente
A6	Elegante								Vulgar
A7	Excesivo								Moderado
A8	Fácil de manejar								Difícil de manejar
A9	Fiable								Inseguro
A10	Interesante								No interesante
A11	Buena calidad								Mala calidad
A12	Resistente								Frágil
A13	Robusto								Ligero
A14	Alegre								Serio
A15	Moderno								Tradicional
A16	Complejo								Sencillo

Figura 1. Formato diseñado del DS utilizado para evaluar la percepción.

RO 1	RO 2	RO 3	RO 4	RO 5	RO 6
Tecnología-Modernidad	Funcionalidad-Utilidad-Eficiencia	Calidad-Resistencia	Estética	Ergonomía-Usabilidad	Precio
A3	A5	A9	A2	A4	A1
A10	A8	A11	A6	A8	A7
A15	A9	A12	A10	A16	
	A16	A13	A15		

Figura 2. Agrupación de adjetivos

Así también, se solicitó a los participantes que los adjetivos bipolares utilizados para evaluar la percepción (ver figura 1) fueran agrupados en los seis requerimientos. La finalidad de esta agrupación es porque se observó en el cuestionario exploratorio que para describir el RO de un producto, tal como la funcionalidad, la calidad, la ergonomía, la estética, etc., se utilizan dos o más adjetivos para nombrarlos o describirlos. Esta clasificación de los adjetivos permite una mejor evaluación del producto por características que determinan su decisión de compra. A cada RO se obtiene su peso factorial, que es el promedio de los pesos factoriales de los adjetivos bipolares que lo conforman.

### 3. Resultados y discusión

A partir de los datos, los pesos factoriales, de los adjetivos bipolares para cada calculadora que se muestran en la tabla 3 y los de grupo que se observan en la tabla 4, se pueden extraer atributos tangibles o elementos de diseño preferidos por los individuos participantes. Las calculadoras que presentan baja preferencia son la C1, C2, C5, C7 y la C10, que exhiben dos características (ver tabla 3). La primera es que la mayoría tiene una carcasa con perímetros de radios pronunciados o cantos filosos en sus bordes (esquinas rígidas) que fueron interpretados en el cuestionario exploratorio como cuerpo o carcasa rectangular y al comparar sus adjetivos A4, A13 y A14, con los pesos factoriales de las calculadoras con mayor preferencia (C3, C4, C6, C8, C9 Y C11), se puede interpretar que fueron percibidas como poco confortables, de aspecto serio y robustas. La segunda característica es que la superficie frontal de la

carcasa no presentan una diferencia significativa en tonalidades o colores, que resulta en una apreciación general de un solo tono: oscuro o claro, y por lo tanto no existe una desigualdad pronunciada de matiz entre la superficie donde se encuentran los botones y símbolos matemáticos con el elemento pantalla.

Al analizar que los adjetivos A3, A5, A9 y A11, son de los pesos factoriales más altos para la mayoría de las calculadoras, indican que la tecnología se encuentra relacionada con la funcionalidad, y que la decisión de compra podría estar en función de la percepción de la utilidad, es decir, que contenga las funciones matemáticas necesarias al nivel de estudio del usuario. En la tabla 4 se observa que las calculadoras C6 y C9 fueron las mejores evaluadas en el requerimiento de Tecnología (RO1), ambas presentan una textura visual suave (lisa) en la carcasa; un marco perimetral en la pantalla; variedad de formas en teclas o botones (Cuadradas, rectangulares, triangulares y semicírculos) con perímetros de radios mínimos o esquinas circulares; distribución de botones por similitud: por funciones u operaciones más comunes y de tonalidad en su superficie con una textura visual lisa, que incita a un tacto suave. La C9 tiene una gran cantidad de botones en variedad de formas, que probablemente es visto como referencia a un avance tecnológico por la saturación de controles y funciones que imágenes de aviones, equipos o naves espaciales en documentales o películas de ciencia ficción exteriorizan.

Maycroft (2004) menciona que si los objetos son sobrecargados de símbolos pueden resultar en una gran variedad de interpretaciones y significados. El exceso puede resultar en bajo diseño cognitivo, es decir, difícil de interpretar las funciones y de manipular, pero también los excesos de controles pueden llevar a un gozo, a una experiencia de excitación por la exploración de los controles, para descubrir que más funciones hacen, pero lo decepcionante sería que esos controles no resulten en lo que esperaba el usuario. La C9 es mal evaluada en el requerimiento RO5=0.50 debido probablemente al exceso de botones y de las funciones que pueden ser interpretados a partir de estos indicando un bajo diseño cognitivo. La C6 fue la mejor evaluada de todas las calculadoras en la mayoría de los RO.

Los resultados exponen que la estética está relacionada con la apreciación de botones, perímetro y superficie frontal de la carcasa con una textura visual suave, perímetros de radios mínimos o esquinas redondeadas, además de que los botones deben tener en uno de sus lados (en dirección opuesta a la pantalla) una leve forma de semicírculo y con perfil descendente. En general podemos mencionar que tengan una forma orgánica.

La cantidad de los símbolos matemáticos influyen en una buena percepción de la funcionalidad y de la estética, si son escritos o colocados espaciadamente con un matiz leve que no resalte significativamente con los símbolos en la superficie de los botones. En la C5 los símbolos se encuentran escritos muy pegados y por lo tanto es mal percibido en el RO2, a diferencia de las C2, C3, C4 y C6 que se encuentran escritos de manera separada. El elemento de diseño que influye en la percepción de la facilidad de uso es que los botones con las operaciones matemáticas más fundamentales son resaltados en su tonalidad o matiz con respecto a los demás.

C1	C2	C3	C4	C5	C6
A1: 1.43	A1:1.06	A1: 1.51	A1: 0.98	A1: 0.61	A1: 0.98
A2: 1.29	A2: 0.69	A2: 1.61	A2: 1.45	A2: -0.59	A2: 1.69
A3: 1.14	A3: 1.55	A3: 1.71	A3: 2.00	A3: 1.18	A3: 2.16
A4: 0.94	A4: 0.45	A4: 1.55	A4: 1.24	A4: 0.10	A4: 1.51
A5: 1.88	A5: 2.00	A5: 1.88	A5: 2.06	A5: 1.80	A5: 1.96
A6: 0.69	A6: 1.04	A6: 1.41	A6: 1.80	A6: -0.14	A6: 1.92
A7: 0.00	A7: 0.33	A7: -0.02	A7: 0.63	A7: 0.57	A7: 0.39
A8: 0.84	A8: 0.53	A8: 0.86	A8: 0.29	A8: -0.04	A8: 1.00
A9: 1.57	A9: 1.67	A9: 1.75	A9: 1.76	A9: 1.45	A9: 1.88
A10: 0.75	A10: 0.75	A10: 1.29	A10: 1.49	A10: -0.22	A10: 1.90
A11: 1.12	A11: 1.37	A11: 1.67	A11: 1.75	A11: 1	A11: 1.75

A12: 1.35 A13: 0.31 A14: -0.63 A15: -0.67 A16: 0.31	A12: 1.37 A13: 0.61 A14: -1.10 A15: -0.71 A16: 0.73	A12: 1.27 A13: 0.14 A14: 0.49 A15: 0.18 A16: 0.39	A12: 1.14 A13: 0.29 A14: -0.14 A15: 0.61 A16: 0.84	A12: 1.25 A13: 0.45 A14: -1.63 A15: -0.98 A16: 1.08	A12: 1.41 A13: 0.33 A14: 0.76 A15: 1.20 A16: 0.65
<b>C7</b>	<b>C8</b>	<b>C9</b>	<b>C10</b>	<b>C11</b>	
A1: -0.35 A2: 0.39 A3: 2.20 A4: 0.14 A5: 1.90 A6: 0.59 A7: 1.55 A8: -1.04 A9: 1.22 A10: 1.08 A11: 1.25 A12: 0.65 A13: 1.00 A14: -0.76 A15: 0.96 A16: 1.61	A1: 1.59 A2: 1.76 A3: 1.71 A4: 1.67 A5: 1.75 A6: 1.45 A7: 0.12 A8: 1.41 A9: 1.69 A10: 1.18 A11: 1.51 A12: 1.27 A13: -0.41 A14: 1.41 A15: 0.14 A16: -0.12	A1: -0.35 A2: 0.92 A3: 2.22 A4: 0.59 A5: 1.84 A6: 1.43 A7: 1.12 A8: -0.35 A9: 1.43 A10: 1.53 A11: 1.61 A12: 0.35 A13: 0.59 A14: 0.10 A15: 1.53 A16: 1.25	A1: 1.57 A2: 0.41 A3: 0.86 A4: 0.71 A5: 1.45 A6: 0.20 A7: -0.18 A8: 0.82 A9: 1.14 A10: -0.18 A11: 0.88 A12: 0.67 A13: -0.04 A14: -0.80 A15: 0.67 A16: 0.14	A1: 0.71 A2: 1.22 A3: 1.65 A4: 1.02 A5: 1.67 A6: 1.18 A7: 0.59 A8: 0.82 A9: 1.53 A10: 1.24 A11: 1.51 A12: 1.76 A13: 0.92 A14: 0.14 A15: 0.39 A16: 0.65	

Tabla 3. Los resultados de los pesos factoriales de cada adjetivo bipolar.

<b>RO 1</b>	<b>RO 2</b>	<b>RO 3</b>	<b>RO 4</b>	<b>RO 5</b>	<b>RO 6</b>
Tecnología- Modernidad	Funcionalidad- Utilidad-Eficiencia	Calidad- Resistencia	Estética	Ergonomía- Usabilidad	Precio
<b>C1</b>					
0.41	1.15	1.09	0.52	0.70	0.72
<b>C2</b>					
0.53	1.23	1.26	0.44	0.57	0.70
<b>C3</b>					
1.06	1.22	1.21	1.12	0.93	0.75
<b>C4</b>					
1.37	1.24	1.24	1.34	0.79	0.81
<b>C5</b>					
-0.01	1.07	1.04	-0.48	0.38	0.59
<b>C6</b>					
1.75	1.37	1.34	1.68	1.05	0.69
<b>C7</b>					
1.41	0.92	1.03	0.76	0.24	0.60
<b>C8</b>					
1.01	1.18	1.02	1.13	0.99	0.86
<b>C9</b>					
1.76	1.04	1.00	1.35	0.50	0.39
<b>C10</b>					
0.45	0.89	0.66	0.28	0.56	0.70
<b>C11</b>					
1.09	1.17	1.43	1.01	0.83	0.65

Tabla 4. Resultados del calculo de pesos factoriales por factores o grupos.

#### 4. Conclusiones y recomendaciones

Por lo tanto, a partir de los datos de la muestra se pueden definir ocho elementos de diseño que resultan en preferencias para calculadoras:

- (1) *Contener un marco perimetral en la pantalla.* Marco alrededor de la pantalla, que contraste o resulte en una diferencia significativa en tonalidad o color entre

- la pantalla y el resto de la superficie de la carcasa. Por ejemplo: un marco en color negro alrededor de la pantalla, que contraste con textos y/o gráficos.
- (2) *Carcasa con perímetro de radios mínimos.* Carcasa con líneas suaves en las esquinas (No hay cantos filosos, no tiene forma rígida), una forma orgánica.
  - (3) *Superficie de carcasa con una sola textura visual o tonalidad.* Los tonos oscuros o grises son mayormente preferidos y no deben ser visualizados contrastes significativos o diferencia de tonalidades o color en la mayor parte de su superficie donde se encuentran distribuidos los botones.
  - (4) *Saturación de signos en la superficie de forma espaciada.* El exceso de símbolos matemáticos en la superficie de la carcasa en relación a las funciones de los botones, deben ser escritos con una separación significativa, no encontrarse muy juntos.
  - (5) *Botones sin saturación de símbolos.* En la superficie de los botones no debe existir una saturación de símbolos, solo debe ser colocado un símbolo que con mayor frecuencia se utilice.
  - (6) *Cantidad de botones de acorde al nivel de cálculo requerido.* La cantidad de los botones a ser colocados deben ser los que contengan las funciones que con mayor frecuencia son usadas al nivel de estudio del usuario.
  - (7) *Distribución de botones o teclas por similitud de funciones u operaciones básicas.* Los botones deben ser distribuidos o agrupados por dos características: Agrupación por los 10 números básicos para la realización de las operaciones básicas (+, ×, ÷, •, sen, cos, etc.) y por similitud de textura visual y tonalidad en la superficie, que legiblemente se visualice un patrón de forma o distribución. La segunda característica es la agrupación por las funciones o símbolos matemáticos de cálculo y geometría analítica que con mayor frecuencia se utiliza y por similitud en tonalidad en su superficie.
  - (8) *Botones con una superficie cóncava suave,* textura visual lisa con un leve perfil descendente.

Es importante mencionar la necesidad de ampliar esta investigación con otro tipo de poblaciones con la finalidad de determinar una tipología y constatar que elementos de diseño son símbolos convencionalizados que hacen referencia positiva a la estética, funcionalidad y usabilidad en este tipo de producto.

### Referencias bibliográficas

- Anaya, R. (2005). La percepción se produce en el lóbulo frontal y no en la corteza cerebral. *Siempre!*, (2739). Obtenido el 12 de marzo de 2007 desde la base de datos <http://www.in4mex.com.mx>.
- Alcántara, E., Artacho, M. A., González J. C., y García A. C. (2005). Application of product semantics to footwear design. Part I—Identification of footwear semantic space applying diferencial semantics. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 35, pp. 713-725. Obtenido el 06 de enero de 2006 desde la base de datos <http://www.sciencedirect.com>.
- Ashby, M., & Johnson, K. (2003). The art of materials selection. *Materialstoday*, pp.24-35. Obtenido el 12 de enero de 2007 desde la base de datos de datos <http://www.in4mex.com.mx>.
- Caivano, J. L. (2001). La investigación sobre los objetos visuales desde un punto de vista semiótico, con particular énfasis en los signos visuales producidos por la luz: color y cesía. *Cuaderno*, 16(17), 85-89. Obtenido el 15 de enero de 2007 desde la base de datos de datos <http://www.in4mex.com.mx>.
- Carrillo-Aguado, J. L., y Bujdud J. M. (2003). El color en la vida del hombre. *Conversus*, 26, 1-4. Obtenido el 14 de julio de 2007 desde la base de datos <http://www.in4mex.com.mx>.

- Chuang, M. C., Chang C. C., y Hsu, S. H. (2001). Perceptual factors underlying user preferences toward product form of mobiles phones. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 27 (4), 247 – 258. USA
- Crilly, N., Moultrie, J., & Clarkson, J. (2004). Seeing things: consumer response to the visual domain in product design. *Design Studies*, 25(6), 547-577. Obtenido el 06 de junio de 2007 desde la base de datos <http://www.sciencedirect.com>.
- Góngora-Villabona, A. (2005). La dimensión simbólica del mundo de los productos: el mundo productual. *Revista Colombiana de Marketing*, 4 (06), 46-50. Obtenido el 12 de enero de 2007 desde la base de datos de datos <http://www.in4mex.com.mx>.
- Heinze, G. (2001). Mente-cerebro: sus señales y su repercusión en el sistema inmunológico. *Salud Mental*, 24(1), 3-9. Obtenido el 12 de enero de 2007 desde la base de datos de datos <http://www.in4mex.com.mx>.
- Hsu, S. H., Chuang, M. C., y Chang C. C. (2000). A semantic differential study of designers' and users' product form perception. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 25(4), 375-391. USA
- Humphrey, N. (1992). *Una historia de la mente*. Gedisa, S.A.: Barcelona, España
- Jordan, P. W. (2000). *Designing Pleasurable Products*. Taylor & Francis: New York, USA.
- Ljungberg, L. Y., & Edwards, K. L. (2003). Design, materials selection and marketing of successful products. *Materials and Design*, 24, pp. 1-14. Obtenido el 02 de junio de 2007 desde la base de datos <http://www.sciencedirect.com>.
- Llinás, R. R. (2003). *El cerebro y el mito del yo*. (5ª Edición), Norma: Bogotá, Colombia:
- Maycroft, N. (2004). The objectness of everyday life: disburdenment or engagement?. *Geoforum*, 35(6), 713-725. Obtenido el 05 de julio de 2007 desde la base de datos <http://www.sciencedirect.com>.
- Mondragón, S., Pedro company & Vergara, M. (2005). Semantic Differential applied to the evaluation of machine tool design. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 35(35), 1021-1029. Obtenido el 05 de septiembre de 2007 desde la base de datos <http://www.sciencedirect.com>.
- Norman, D. A. (2004). *Emotional Design*. Basic Books: New York, USA.
- Petito, J. F., y Yannou, B. (2004). Measuring consumer perceptions for a better comprehension, specification and assessment of product semantics. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 33 (6), 507 – 525. USA
- Rodríguez, M., y Ramírez, P. (2004). *Psicología del mexicano en el trabajo*. McGraw-Hill: D.F., México.
- Schiffman, H. R. (2006). *La percepción sensorial*. (2ª Edición). Limusa: D.F., México.
- Tanoue, C., Ishizaka, K., y Nagamachi, (1997). Kansei engineering: A study on perception of vehicle interior image. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 19(2), 115 – 128. USA

MCI. **Juan Manuel Madrid Solórzano**. Departamento de Diseño, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. [juan\\_madrid\\_s@hotmail.com](mailto:juan_madrid_s@hotmail.com)