UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
ESCUELA NACIONAL DE ARTES PLÁSTICAS
POSGRADO EN ARTES VISUALES

"Consideraciones ergonómicas cognitivas para diseñar la interfaz de usuario de sistemas interactivos"

Tesis que para obtener el Grado de
Maestra en Artes Visuales

P r e s e n t a

ERIKA ESPINOSA MORÚA

Director de Tesis

DR. FERNANDO ZAMORA ÁGUILA

México, D.F., Mayo de 2010

UNAM
POSGRADO
Artes Visuales

Universidad Nacional Autónoma de México
UNAM
Biblioteca Central
Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Nacional Autónoma de México y a la Escuela Nacional de Artes Plásticas, por darme el espacio para continuar con mi formación académica estudiando un Posgrado en Artes Visuales, en la Academia de San Carlos.

A la Coordinación de Estudios de Posgrado, por la oportunidad que me brindó de realizar una estancia de investigación en una Universidad extranjera, a través del Programa de Movilidad Internacional de estudiantes.

A la Universidad de Granada, en España, por abrirme sus puertas y darme el privilegio de recibir conocimiento de sus académicos y, sobre todo, por haber reconocido el nivel que podemos tener los estudiantes de la UNAM.

A mi tutor, el Dr. Fernando Zamora Águila, porque no pude haber tenido un mejor guía en este proceso de investigación. Presente en todo momento, acertado en sus consejos y comprzometido con el proyecto como si fuera propio. Especiales agradecimientos, Doctor.

A cada uno de los académicos que forman parte de mi sínodo: Dr. Daniel Manzano Águila, Mtro. Juan Antonio Madrid Vargas, Lic. Juan Diego Razo Oliva y Dra. Tania de León Yong, porque desde el inicio de mi investigación, hasta la revisión final, hicieron aportaciones invaluables.

Al Dr. Manuel Vélez Cea y al Dr. José Juan Cañas Delgado, catedráticos de la UGR, de la Facultad de Bellas Artes y de la Facultad de Psicología, respectivamente, por su apoyo durante mi estancia de investigación y por introducirme a una disciplina fundamental y de aplicación obligada, en el ejercicio profesional de los diseñadores y comunicadores gráficos: la ergonomía cognitiva.

DEDICATORIAS

A mi preciosa familia, por ser la motivación de mis mejores creaciones.

A mi querido esposo, Mehtab, por acompañarme y apoyarme desde hace 12 años, en cada viaje emprendido.

A mis amigos, por enriquecer la vida cotidiana.

A mis profesores, por ser la guía en mi vida académica.

A mi estimado Dr. Fernando Zamora Águila, por su generosidad y apoyo incondicional.

A mi admirado Mtro. Juan Antonio Madrid Vargas, porque vió en mí, algo que ni yo conocía.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 11

Capítulo I ERGONOMÍA COGNITIVA 17

ERGONOMÍA 17

PSICOLOGÍA COGNITIVA 18

Procesamiento de la información 20

Memoria 21

Modelos mentales 23

Carga de trabajo mental 27

PROCESOS COGNITIVOS 30

Sensación 31

Atributos de la sensación 32

Percepción 34

La percepción visual 37

Sistema visual 39

La percepción auditiva 45

Sistema auditivo periférico 45

Sistema auditivo central 47

Modos de audición 48

Búsqueda 50

Atención 51

Aprendizaje 53

Resolución de problemas 55

Capítulo II
INTERACCIÓN PERSONA-COMPUTADORA 59

ESTILOS DE INTERACCIÓN 62

INTERFAZ DE USUARIO 65

Interfaz gráfica de usuario 67

Metáforas en la interfaz de usuario 69

Affordances 71

DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO 73

Ergonomía cognitiva en el diseño centrado en el usuario 75

Usabilidad 76

Accesibilidad 79

Arquitectura de la información 80

Capítulo III
EL DISEÑO ERGONÓMICO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO 83

CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS COGNITIVAS APLICADAS EN EL NIVEL FÍSICO DE LA IPC 85

CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS COGNITIVAS APLICADAS EN EL NIVEL COMUNICATIVO DE LA IPC 86

Diagramación 87

Elección de tipografía 90

Elección de color 93

Imagen fija y en movimiento como parte de la interfaz de usuario 98

CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS COGNITICAS APLICADAS EN EL NIVEL FUNCIONAL DE LA IPC 101

Análisis de tareas 102

Capítulo IV
MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE INTERFACES DE USUARIO 109

EVALUACIÓN POR INSPECCIÓN 112

Evaluación heurística 112

Recorrido de usabilidad plural 115

Recorrido cognitivo (cognitive walkthrough) 116

EVALUACIÓN POR INDAGACIÓN 117

TEST 118

EYE-TRACKING 119

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN HEURÍSTICO EN LA PÁGINA WEB DE LA DIVISIÓN DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y EDUCACIÓN A DISTANCIA 123

CONCLUSIONES 145

FUENTES DE CONSULTA 149

INTRODUCCIÓN

La incorporación de la tecnología digital en el diseño y comunicación visual modificó el perfil del diseñador y del artista visual. El primer paso fue adoptar la computadora como una herramienta de trabajo que automatiza varios procesos en nuestro quehacer profesional, y esto implicó el aprendizaje del lenguaje de dicha herramienta para poder hacer uso de ella, por lo que además de nuestra formación, tuvimos que adquirir conocimientos sobre aspectos de informática y del manejo de una serie de programas de dibujo vectorial, diseño editorial, digitalización de imágenes, etcétera. El resultado: un profesional creativo, que además de representar gráficamente un concepto, respaldado por sus conocimientos en los fundamentos del diseño, tenía la habilidad de hacerlo a través de una herramienta digital.

Los medios digitales han seguido evolucionando y el profesional creativo también. Su papel como usuario de programas de diseño, le permitió observar que la comunicación visual es un aspecto fundamental en el intercambio de datos entre el humano y la computadora, por lo que su integración en los equipos multidisciplinarios que diseñan software, fue cada vez más necesaria. Debido, en gran medida, a su participación, esa superficie de contacto entre un usuario y un sistema informático, ha resultado más "usable", y en lugar de usar códigos de acceso al sistema, ahora lo hacemos a través de una interfaz gráfica.

Este elemento visual se ha convertido en un escenario a través del cual el usuario puede transitar para explorar el contenido de un sistema, sin ser necesariamente un gran conocedor de la informática. Y todo, gracias a la mano del diseñador y comunicador gráfico.

Sin embargo, este profesional creativo, debe estar consciente de que el diseño de interfaz de usuario de sistemas digitales,

requiere la consideración de aspectos particulares, para llevarlo a cabo.

En primer lugar, se trata de un entorno distinto al impreso, y esto implica una forma de percibir diferente, lo que conlleva a tomar en cuenta aspectos funcionales del sistema visual y auditivo. En segundo lugar, el usuario no es un receptor pasivo de información, sino que interactúa con el medio y ello involucra fenómenos como la atención, memoria, pensamiento y toma de decisiones.

El diseño de una interfaz de usuario no es simplemente la construcción de su presentación gráfica, sino todo el proceso de construcción de la interacción humano-computadora, este último, un concepto directamente relacionado con la psicología cognitiva.

La reflexión anterior me motivó a realizar esta investigación y a descubrir la existencia de una disciplina que estudia, precisamente, los aspectos psicológicos relacionados con la interacción entre una persona y un artefacto, para lograr un diseño eficaz: la ergonomía cognitiva.

Esta "Ciencia del diseño", como algunos la llaman, no es un concepto nuevo, pero sí un tanto desconocido en el campo del diseño y comunicación gráfica, aún cuando su aplicación ofrece información relevante sobre la percepción, el razonamiento y la respuesta de un individuo ante un estímulo, cuando éste interactúa con un dispositivo, objeto o producto.

En el caso particular de esta investigación, la interacción es con la interfaz de usuario de sistemas interactivos y eso demanda, de parte del diseñador, el conocimiento de esos procesos mentales, para efectos de diseñar una interfaz visualmente adecuada, pero además, fácil de usar, por lo que el objetivo principal de esta tesis es entender qué es la ergonomía cognitiva y definir cómo su estudio contribuye a optimizar el diseño de una interfaz de usuario y, por lo tanto, su usabilidad.

Se busca que esta investigación sea para el comunicador y diseñador gráfico, la introducción a una disciplina que, generalmente, no es tomada en cuenta en nuestro quehacer creativo y, sin embargo, su conocimiento y aplicación puede enriquecer nuestras propuestas.

El proyecto se compone de cuatro capítulos, y en el primero de ellos incluyo una explicación amplia de lo que estudia la ergonomía cognitiva y sus antecedentes. Posteriormente, describo la forma en que el ser humano procesa la información que recibe de su entorno, revisando los diferentes procesos cognitivos involucrados en la realización de tareas. Dedico, también, un amplio espacio al tema de percepción tanto a nivel psicológico como a nivel fisiológico, para entender de manera profunda este fenómeno. Y concluyo este capítulo con un apartado sobre el aprendizaje para entender porqué la cognición está relacionada con la interacción. Se puede decir que este capítulo es el fundamento psicológico de la investigación.

En el segundo capítulo abordo la interacción entre un humano y una computadora, explicando cómo se da esta relación y qué aspectos intervienen para lograr que este proceso de intercambio de información sea claro y fluido. Incluí en esta parte, las características detalladas de una interfaz de usuario y las posibilidades que hay para su representación gráfica, basadas en aspectos culturales, sociales e incluso físicos del usuario, resaltando la conveniencia de realizar un diseño centrado en este último, para tener más posibilidades de cubrir sus necesidades y objetivos.

Hago referencia, también, a dos términos importantes en la interacción persona-computadora, que se refieren a la buena experiencia de uso de una interfaz de usuario y a la posibilidad de acceso: la usabilidad y la accesibilidad, respectivamente.

Ya en el tercer capítulo, presento el punto de relación entre la ergonomía cognitiva y el diseño de interfaces de usuario, partiendo de la relevancia que tiene la comunicación visual en este ámbito.

A partir de una división conceptual de la Interacción Persona-Computadora conformada por el aspecto físico, el comunicativo y el funcional, voy justificando la aplicación de la ergonomía cognitiva en cada proceso efectuado como parte del diseño de interfaz de usuario, dentro de esos tres niveles, desde la diagramación hasta la elección de tipografía y uso de color.

A manera de recapitulación, presento un concentrado de guías de usabilidad, con una descripción de los aspectos psicológicos que son tomados en cuenta, al ser aplicadas.

Para finalizar, en el cuarto capítulo presento algunos métodos para evaluar la usabilidad de una interfaz de usuario señalando, a grandes rasgos, las características que se toman en cuenta en una evaluación y los aspectos que determinan la aplicación de uno u otro método, dependiendo de los recursos materiales y humanos que se tengan disponibles. Como caso práctico, incluyo la evaluación de la interfaz de usuario del sitio web de la División de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la Facultad de Derecho, de la UNAM, aplicando un método heurístico para inspeccionar los posibles errores en la página y precisando cuál es el principio heurístico que no se ha cumplido en el diseño de dicha interfaz de usuario evaluada.

Como se puede apreciar, esta investigación está conformada, por un lado, del fundamento psicológico que expone la importancia de considerar aspectos de la cognición humana en el diseño de interfaces de usuario, que me llevó a realizar un estudio de esta disciplina tomando, incluso, una asignatura de doctorado en el Departamento de Psicología Experimental y Neurociencias del Comportamiento de la Universidad de Granada, donde bajo la tutela del Dr. José Juan Cañas Delgado de la Facultad de Psicología, fui descubriendo la relación de la ergonomía cognitiva con el diseño y la comunicación gráfica.

Del mismo modo, los cursos sobre “Interacción Persona-Ordenador. El Diseño Ergonómico” y “Ergonomía y Creatividad.

El Dibujo como Medio de Expresión" que tomé con el Dr. Manuel Vélez Cea, en el programa de doctorado en Dibujo, Diseño y Nuevas Tecnologías, de la Facultad de Bellas Artes de la misma Universidad, enriquecieron esta investigación, junto con todas las fuentes de consulta disponibles en esa institución.

Desde un principio, en la búsqueda de material bibliográfico, hemerográfico, de bases de datos y de otros recursos válidos que apoyaran mi investigación, pude ver que en nuestro país hacen falta más aportaciones de académicos mexicanos, con respecto a este tema; la mayoría de las fuentes de consulta provienen de Universidades españolas, estadounidenses y algunas europeas que tienen convenios de colaboración con las anteriores, lo cual debería ser una motivación para los investigadores de nuestro país a formar grupos con líneas de investigación sobre ergonomía cognitiva, considerando la relevancia que esta disciplina tiene en nuestro quehacer profesional.

Capítulo I
ERGONOMÍA COGNITIVA

En este primer capítulo empezaré por exponer cuáles son las áreas de estudio de la disciplina denominada ergonomía, profundizando en su aplicación dentro del campo cognitivo humano, estudiando, precisamente, aspectos de la psicología cognitiva como el procesamiento humano de la información y los procesos cognitivos involucrados.

ERGONOMÍA

La ergonomía es un término que escuchamos cuando se habla de diseño de muebles, de autos y, en general, de objetos de uso humano. Y es que éste se refiere a una disciplina que procura la adecuación de productos, sistemas y entornos artificiales a las características, limitaciones y necesidades de sus usuarios, para optimizar su eficacia, seguridad y confort.[1]

Se dice que la tarea del ergónomo es describir y adecuar la relación entre el ser humano y todos los elementos de su sistema de trabajo, entendiendo éste último como el sistema donde realiza sus tareas.

Aunque existen diferentes clasificaciones de las áreas en donde interviene el trabajo de los ergonomistas, en general podemos considerar las siguientes[2]:

- Antropometría
- Biomecánica y fisiología

[1] Antonia Gómez Conesa y Mariano Martínez González. "Ergonomía. Historia y ámbitos de aplicación". *Fisioterapia*. 2002, vol. 24, monográfico 1, p. 3-10.

[2] Sociedad de Ergonomistas de México, A.C. Disponible en: www.semac.org.mx/contenido.php

· Ergonomía ambiental
· Ergonomía cognitiva
· Ergonomía de diseño y evaluación
· Ergonomía de necesidades específicas
· Ergonomía preventiva

En el diseño de productos interactivos multimedia, estaríamos hablando de la necesidad de tomar en cuenta, además de aspectos físicos, también el hecho de saber cómo una persona conoce y actúa, es decir, consideraciones ergonómicas pero de tipo cognitivo, relacionadas con la percepción del usuario. Me refiero a fundamentos de psicología, que, si bien no es el área de mi formación, en este contexto tienen una aplicación importante en el diseño de interfaces de usuario de sistemas digitales. Cuestiones como el uso del color, la distribución en pantalla de los distintos elementos compositivos o el manejo de agentes simbólicos, son decisiones que deben fundamentarse en estudios de la psicología humana.

La aplicación de la ergonomía en el diseño de productos o entornos virtuales, aún no es de lo más común, pero es tan necesario su uso, como el de la ergonomía física aplicada al diseño de objetos materiales.

PSICOLOGÍA COGNITIVA

Para entender mejor lo que es la ergonomía cognitiva fue necesario para mí comprender, en principio, el término cognición "…esto es, la adquisición, organización y uso del conocimiento, lenguaje, percepción, sensación, memoria, atención, imaginación y, aun, motivación, todo ello en el marco de la

[3] José Bayo Margalef. *Percepción, desarrollo cognitivo y artes visuales*. España, Anthropos, 1987, p. 14.

conducta global susceptible de ser aprendida"[3]. Y, posteriormente, estudiar los fundamentos de la psicología cognitiva.

John B. Best cita a Ulric Neisser: "La psicología cognitiva se refiere a todos los procesos mediante los cuales la entrada (input) sensorial se transforma, reduce, elabora, almacena, recupera y utiliza".[4]

Aproximadamente en los años sesenta surge la psicología cognitiva que, básicamente, estudia el modo en que un ser humano procesa la información que recibe. Se puede decir que el nacimiento de esta disciplina tiene un antecedente en la investigación de factores humanos durante la Segunda Guerra Mundial, para adecuar la tecnología militar existente a las necesidades del uso humano. Se estudiaba el comportamiento de las personas, pero sobre todo, cómo se procesaba la información presentada por el artefacto que se iba a utilizar. Se trataba entonces, de una exploración de la mente humana.

A partir de esa época, también se realizaron importantes investigaciones en Informática, que es un campo del conocimiento que lleva implícito el estudio de aspectos cognitivos, para el desarrollo de sistemas de inteligencia artificial, por ejemplo.

Desde entonces, especialistas de distintas áreas interesados en el estudio de la inteligencia y la cognición han basado sus investigaciones de la mente humana en una analogía entre el sistema cognitivo de las personas y el que se aplica a las computadoras: en ambos se dan procesos de input (entrada), intermedios y de output (salida).[5]

Este modelo cognitivo causa entre algunos científicos cierta controversia porque consideran que hay muchas variantes entre

[4] John B. Best. *Psicología cognitiva*. España, Paraninfo, 2001, p. 5.

[5] María del Carmen Marcos Mora. *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. España, Trea, 2004, p. 56.

ambos sistemas de procesamiento de información. Sin embargo, a partir de los puntos donde convergen ambas estructuras, se han ido entendiendo algunos mecanismos con los que opera la mente humana y aplicándolos al diseño de sistemas computacionales.

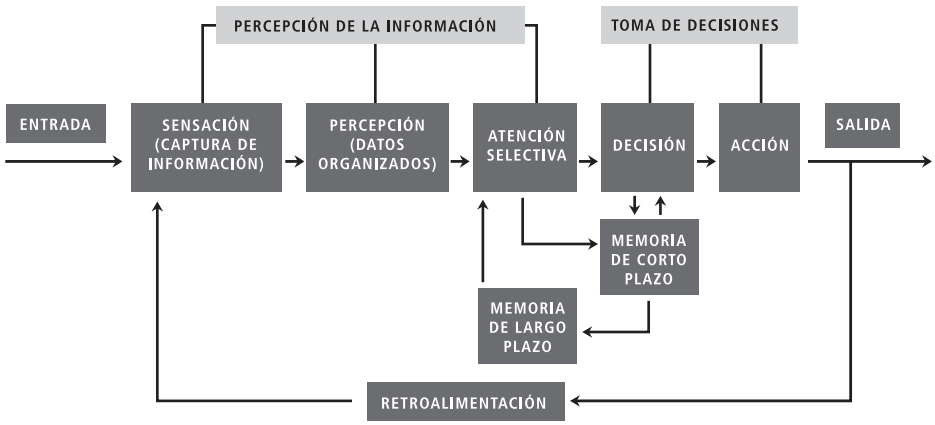
La comparación que se hace entre la mente y las computadoras, radica en el hecho de que ambos sistemas reciben, procesan, codifican, almacenan, y emiten datos. Aun cuando existan variantes entre ambos procesos, considero que ha valido la pena tomar en cuenta este procesamiento humano de la información, en el mundo de la informática.

Procesamiento humano de la información

Dolores Luna y Pío Tudela describen de la siguiente forma lo que es el procesamiento de información:

> "Aproximación teórica dentro de la psicología cognitiva que analiza los procesos mentales como una serie de estadios semejantes a los componentes de un programa de ordenador."[6]

Este proceso cognoscitivo se ejemplifica en el siguiente esquema[7]:



[6] Dolores Luna y Pío Tudela. *Percepción visual*. Madrid, Trotta, 2006, p. 354.

[7] Stephen Pheasant. *Ergonomics, Work and Health*. Londres, Macmillan, 1991, p. 218.

Esta teoría del aprendizaje determina que el proceso de aprender involucra activamente la recopilación, procesamiento, almacenamiento y recuperación de información, así como varios aspectos de la memoria.

La primera etapa comprende la sensación, la percepción y la atención. Posteriormente, se llega al estado de interpretación de la información en el cerebro, procesando, interpretando y almacenando aquí los datos que se recibieron, además de transmitir al organismo la necesidad de reaccionar de cierta forma. Finalmente, se llega a la toma de decisiones, donde el individuo evalúa las posibilidades y ejecuta la acción requerida.

Memoria

Según Mayer, los principales componentes del procesamiento humano de información tienen que ver, precisamente, con la memoria:

- Almacén sensorial a corto plazo (ASCP)
- Memoria a corto plazo (MCP)
- Memoria de funcionamiento (MF)
- Memoria a largo plazo (MLP)

Lindsay y Norman[8] proponen el siguiente modelo sobre el almacenamiento de la información:

[8] Peter H. Lindsay y Donald A. Norman. *Introducción a la psicología cognitiva*. Trad. Julio Seoane. Madrid, Tecnos, p. 97.

ASPECTO	ASCP	MF-MCP	MLP
Capacidad	Grande o limitada	Limitada a 7 unidades de información (elementos de pantalla)	Ilimitada
Modo de almacenamiento	Exacto y sensorial	Repetición y repaso del material	Organizado y significativo
Duración de la información almacenada	Breve (½ segundo para información visual)	Relativa (18 segundos sin repaso)	Permanente
Pérdida de la información	Desvanecimiento temporal	Falta de repaso del material o desplazamiento por nueva información	Falla en la recuperación o interferencia de otra información

La mente del ser humano va a recibir estímulos a través de los sentidos, principalmente ojos y oídos, que permiten tener contacto con el ambiente. Estos datos recibidos son procesados e interpretados por la *Memoria Sensorial*; como ya vimos en el cuadro anterior, la permanencia de la información en este "almacén" es muy breve.

Durante el breve lapso que dure la experiencia sensorial, se tiene la oportunidad de identificar, clasificar y organizar la información, para posteriormente transferirla a la *Memoria de Corto Plazo* o *Memoria Operativa*[9].

Esta memoria, también conocida como operativa o de trabajo, está disponible para que se lleven a cabo operaciones mentales, es decir, se atiende la información y se lleva a cabo el trabajo consciente. Según George Miller[10], en esta memo-

9 "En la tradición americana se suele llamar memoria a corto plazo y en la europea se le llama memoria operativa." José Juan Cañas Delgado. *Ergonomía cognitiva*. España, Médica Panamericana, 2001, p. 37.

10 George A. Miller. "The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information". *The Psychological Review*, 1956, vol. 63, issue 2, p. 81-97.

ria se pueden retener por aproximadamente 20 segundos, de cinco a nueve conceptos distintos, a la vez.

En la memoria operativa se codifica la información mediante una serie de procesos básicos como identificar, comparar, relacionar, jerarquizar y conceptuar. Así, se da significado a la información recibida y se introduce en la estructura mental del individuo para formar parte de su Memoria a largo plazo.

Esta información almacenada en la memoria a largo plazo consiste en conocimientos y habilidades que se mantienen más o menos de manera permanente y que están organizados en cierta estructura jerárquica. John R. Anderson[11] hace la distinción entre la información de cosas que conocemos y la información sobre cómo hacer algo. Al primer caso le llama memoria declarativa, y contiene información organizada en esquemas, imágenes, modelos mentales, etc. Y al segundo, memoria procedimental, cuyo contenido se organiza con base a lo que se conoce como regla de producción, es decir, si hay condición, entonces hay acción. Algo así como estímulo-respuesta pero con ciertas diferencias.

Modelos mentales

> "De todas las formas de organización del conocimiento que la Psicología Cognitiva ha investigado, los modelos mentales han sido y siguen siendo los que más interés han despertado entre los investigadores de IPO."[12]

[11] John R. Anderson. *Language, Memory and Thought*. Hillsdale, Erlbaum, 1976, 546 p.

[12] José Juan Cañas Delgado y Grupo de Ergonomía Cognitiva. *Representación mental de los conceptos, objetos y personas implicados en* una tarea realizada en una interfaz. 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador. Salamanca, 2001, I.S.B.N.: 84-7800-874-8

Este interés debe surgir no sólo en los investigadores sino también en los diseñadores de interfaces de usuario, porque somos nosotros quienes finalmente, tomamos las decisiones de diseño y estructuración de las pantallas de un sistema interactivo. Pero antes de abordar este concepto tan importante de modelo mental, es necesario hablar de la representación, porque los modelos mentales, son eso, un tipo de representación.

> "Una representación es un enunciado sobre las cualidades visuales, y tal enunciado puede ser completo a cualquier nivel de abstracción."[13]

> "La representación sirve, ya sea para evocar objetos en su ausencia, ya sea para completar el conocimiento perceptivo, refiriéndose a otros objetos no actualmente percibidos".[14]

Estamos hablando de un signo, o de símbolos que representan alguna cosa que es algún aspecto del mundo exterior o de nuestro mundo interior (la imaginación) en su ausencia. Por ejemplo, la palabra que represente a algún objeto o el dibujo de éste, son representaciones externas que nos permiten evocar dicho objeto si no se encuentra físicamente antes nuestros sentidos.

Las representaciones mentales son modelos internos del mundo externo. Se habla de representaciones mentales analógicas y proposicionales. Las imágenes visuales, auditivas, olfativas o táctiles, son ejemplo de representaciones analógicas.

Por otro lado, las representaciones proposicionales captan el contenido abstracto de la mente, que estaría expresado en

13 Rudolph Arnheim. *El pensamiento visual*. Buenos Aires, EUDEBA, 1976, p.135.

14 Mónica M. Cortellezzi. "Movilidad y representaciones mentales", *Amérique Latine Histoire et Mémoire*. Les Cahiers. 2003, núm. 6, ALHIM, Disponible en: http://alhim.revues.org/index748.html.

un tipo de lenguaje no consciente, que incluso se le ha denominado "mentalés" como si fuera el idioma universal del pensamiento. Las representaciones proposicionales no están formadas por palabras, sin embargo, son susceptibles de ser expresadas verbalmente.

Phillipe Johnson-Laird[15] propone una tercera forma de constructo representacional y esta es, la representación por modelos mentales. Este autor postuló en un principio al menos tres tipos de representaciones mentales:

· Representaciones proposicionales (cadenas de símbolos)
· Modelos mentales (análogos estructurales del mundo)
· Imágenes (perspectivas de un modelo mental)

Aunque los modelos mentales son el tema de este apartado, los otros dos tipos de representación han sido de mucha utilidad poder explicar las maneras en las que las personas razonan, hacen inferencias, comprenden lo que los otros hablan y entienden el mundo, por lo que he creído conveniente abordarlas brevemente.

La construcción de representaciones o simulaciones del mundo externo, se ha desarrollado a partir de los modelos cognoscitivos[16] generales, que intentan describir el conocimiento del ser humano. Dichos modelos se han aplicado para analizar diversos aspectos del aprendizaje.

15 Phillip N. Johnson-Laird. *Mental Models: Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, Harvard University, 1983, p. 468.

16 "Son el resultado de un minucioso análisis para esclarecer los procesos de enseñanza-aprendizaje". Laureano-Cruces, A. L., *et al*. *La importancia de las estrategias cognitivas en el diseño del currícula didáctico*. 2003. En Memorias del XVI Congreso Internacional de Informática y Computación de la ANIEI, vol. I, 35-41.

Hemos visto anteriormente la construcción de una arquitectura de la mente[17] que establece las estructuras y funciones del procesamiento humano de la información de manera equivalente a una computadora, no sólo en la descripción de procesos, sino también en su estructura funcional. Este tipo de arquitectura pertenece a una corriente de construcción de los modelos cognoscitivos que crean, principalmente, estructuras generales para comprender la cognición humana y artificial.

A diferencia de éstos, existen los modelos mentales, que también construyen referentes para interpretar los procesos de comprensión de las personas pero basados en contenidos particulares, como conceptos, situaciones y procesos.

Johnson-Laird[18] establece que los modelos fueron inicialmente formulados por Kenneth Craig, quien los definió como un proceso en el que "…los seres humanos trasladan los eventos reales en modelos internos y razonan para manipular esas representaciones simbólicas". Estamos hablando de construcciones que representan simbólicamente o a través de imágenes mentales, situaciones correspondientes a la realidad, que permiten comprender aspectos del conocimiento humano.

Los modelos mentales son una analogía del mundo; su estructura, y no su aspecto, corresponde a la estructura de la situación que representan. A diferencia de las representaciones proposicionales, los modelos mentales no tienen estructura sintáctica, desempeñan un papel representacional analógico estructural y directo. Su estructura refleja aspectos relevantes del estado de cosas, tal como los percibimos o concebimos.

17 Una arquitectura es un diseño fundamental que especifica un sistema de procesamiento de información". Herbert A. Simon y Craig A. Kaplan. *Foundations of Cognitive Science*. Michael Posner (ed), Cambridge, MIT Press, 1999, p. 469.

18 Phillip N. Johnson-Laird. *Op. cit.* p. 469.

En cuanto a las imágenes, para Johnson-Laird son producto tanto de la percepción como de la imaginación. Representan aspectos perceptibles de los objetos correspondientes en el mundo real. En sus primeros trabajos, el autor afirmaba que "Las imágenes representan cómo algunas cosas son vistas desde un punto de vista particular"[19]; pero posteriormente, refería que "Las imágenes visuales eran un caso especial de modelos mentales, ahora parecen ser distintas clases de representación reclamadas por diferentes tipos de procesos"[20].

Los modelos mentales, las imágenes y las representaciones proposicionales pueden ser diferenciados no sólo a nivel estructural, sino también a nivel funcional. Según Johnson-Laird, los modelos mentales y las imágenes son representaciones de alto nivel, esenciales para el entendimiento de la cognición humana.

La razón para mencionar en esta investigación los modelos mentales, es porque pueden proveer, a quien tenga que diseñar algo, un entendimiento profundo de las motivaciones y los procesos mentales del individuo a quien va dirigido el objeto diseñado, así como del entorno emocional e incluso filosófico, en donde operan dichas motivaciones y procesos mentales.

En el caso específico del diseño de interfaces de usuario para un sistema multimedia, los modelos nos dan la posibilidad de conocer las metas del usuario de dicho sistema y el procedimiento para lograrlas, por lo que son fundamentales para una correcta representación de la información que se plasma en las interfaces.

Carga de trabajo mental

Cuando hablamos de carga de trabajo mental, nos referimos al número de etapas de cada proceso requerido para realizar

[19] *Ibíd*. p. 92

[20] *Ibíd*. p. 165

una actividad o tarea, así como al tiempo que una persona ocupa para elaborar las respuestas en su memoria. Es decir, son los requerimientos de procesamiento cognoscitivo que una tarea requiere para su adecuada realización.

La carga mental viene determinada principalmente por la cantidad de información que debe procesarse, por el tiempo del que se dispone y por la importancia de las decisiones que deben tomarse. También intervienen aspectos afectivos que, a su vez, pueden correlacionarse con otros conceptos como la motivación, inseguridad, frustración, etcétera. Por lo que un individuo puede tolerar su carga mental, dependiendo, entre otras cosas, de la motivación o insatisfacción que tenga en el lugar donde esté realizando sus tareas.

Otros factores que determinarán la carga mental, serán, por ejemplo, el hecho de que una vez superado el aprendizaje de la ejecución de ciertas tareas, algunas respuestas se automaticen, reduciendo la carga mental. Si las respuestas exigen mayor atención o la duración de un proceso de estímulo-respuesta es ininterrumpida, puede saturarse esta carga. Obviamente, lo anterior sucederá de distinta forma en cada individuo, dependiendo de diversas variables como la edad, experiencia, fatiga, aptitudes y actitudes con respecto a la tarea, etcétera.

Una importante causa de que haya errores durante un proceso productivo, es el diseño inadecuado de las tareas, porque pueden provocar niveles muy altos de carga de trabajo mental y, como consecuencia, decisiones equívocas.

Por lo tanto, esta carga es un elemento a considerar en el diseño e instrumentación de nuevos sistemas y procesos productivos, o en la mejora de los existentes. En el caso de este proyecto, en el diseño de interfaces de usuario, para evitar que situaciones como fatiga, aburrimiento, fastidio, incertidumbre de la tarea y otras que mencionaba anteriormente, afecten al usuario del sistema.

Hart y Wickens describen que "carga de trabajo mental es un término usado para describir el costo que implica cumplir con los requerimientos que las tareas imponen al elemento humano del sistema hombre-máquina"[21]. Esto se refleja en la reducción de los recursos de atención, cognoscitivos o de las respuestas; la incapacidad para completar las actividades adicionales, la presencia del estrés, la fatiga y, en consecuencia, la disminución del desempeño.

Kuijer *et al*.[22], consideran que *un factor que incide en la disminución en la carga de trabajo mental, es la rotación de tareas*.

González Muñoz[23], en su tesis de doctorado en psicología, menciona que la International Standart Organization (ISO) formuló dos normas (1991, 1996) relacionadas con la carga de trabajo mental, y así las describe:

> la ISO 10075-1, publicada en 1991 y lleva por título "Ergonomic principles related to mental work-load – Part 1: General terms and definitions"[24] que intenta explicar y especificar detalladamente la terminología para las nociones más complejas en la esfera de la carga de trabajo mental.
>
> la ISO 10075-2, se publicó en 1996, y se tituló "Ergonomic principles related to mental work-load – Part 2: Design principles"[25], en ella se propone una lista de medidas sobre el diseño

21 Hart, S. G. y Christopher D. Wickens "Multiple Resources and Mental Workload". *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, Jun 2008, vol. 50, p. 449 - 455.

22 Paul F. Kuijer, *et al*. "Effect of Job Rotation on Work Demands, Workload, and Recovery of Refuse Truck Drivers and Collectors". *Human Factors*, 2004, 46, 437-448.

23 Elvia Luz González Muñoz. "Carga de trabajo mental y estrés en trabajadores de la industria electrónica". Director: Rodolfo Enrique Gutiérrez Martínez. UNAM, Facultad de Psicología, México, 2006, 248 p.

24 "Principios ergonómicos relacionados a la carga mental - Parte 1: Términos generales y definiciones"

25 "Principios ergonómicos relacionados a la carga mental-Parte 2: Principios de diseño"

> de sistemas y lugares de trabajo, incluyendo tareas y equipos, así como de las condiciones laborales. Esta norma relaciona el diseño adecuado del trabajo y el uso de las capacidades humanas.

Continúa diciendo que en el 2004 se formuló una tercer norma complementaria de las anteriores, la ISO 10075-3, "Ergonomic principles related to mental work-load – Part 3: Principles and requirements concerning methods for measuring and assesing mental work-load"[26], la cual estable los principios y requerimientos para la medición y evaluación de la carga de trabajo mental y especifica los requerimientos para los instrumentos de medición.

Procesos cognitivos

Los psicólogos especialistas en cognición estudian, entre otras cosas, los procesos cognitivos que una persona lleva a cabo para realizar distintas tareas. Para mi investigación, esto es de gran relevancia porque necesito conocer, precisamente, cómo se llevan a cabo en la mente humana sucesos como la percepción de la información del mundo externo, la atención que le prestamos y la forma en que procesamos y almacenamos en la memoria los datos. Y es que estas operaciones también están involucradas en la ejecución de tareas que un usuario realizaría en un sistema interactivo multimedia. Para los científicos cognitivistas lo que interesa es la forma de aprender, pensar y tomar decisiones.

La percepción, el aprendizaje y la solución de problemas, se consideran procesos cognitivos y juegan un rol importante en la interacción dentro de un sistema multimedia. Deben ser tomados en cuenta para explicar tareas cognitivas, tales

26 "Principios ergonómicos relacionados a la carga mental-Parte 3: Principios y requisitos concernientes a los métodos para medir y evaluar la carga mental"

como la búsqueda de información y su interpretación y la toma de decisiones.

Duarte, González *et al*.[27] mencionan que la psicología cognitiva estudia los problemas relacionados con seis estructuras y procesos: a) Atención: cómo se capta y selecciona la información. b) Percepción: cómo los datos sensoriales se transforman en experiencias perceptivas. c) Memoria: cómo se almacena y se recupera la información. d) Pensamiento: cómo razonó para procesar la información. e) Lenguaje: cómo se comprendió la información a partir de la organización lingüística de la misma. f) Aprendizaje: cómo se adquieren conceptos, competencias y habilidades cognitivas.

Por su parte, José Juan Cañas[28] señala que los procesos cognitivos implicados, específicamente, en la interacción entre una persona y una computadora son los siguientes:

1. Sensación
2. Percepción
3. Búsqueda
4. Atención
5. Aprendizaje
6. Resolución de problemas

Sensación

La sensación son los canales de entrada de la información del mundo exterior.

[27] Duarte, González, *et al.* "Marco conceptual de la psicología cognitiva". *Publicación interna de la Cátedra de Psicología General II*. 1988, Facultad de Psicología, Universidad de Belgrano. Buenos Aires.

[28] José Juan Cañas Delgado. *Op. cit.* p. 31-55.

Para Rudolph Arnheim, los sentidos permiten entender la realidad externa, pero no como meros instrumentos mecánicos, sino como instancias activas de la percepción, como puentes del pensamiento visual. La mente se enriquece mediante las percepciones sensoriales, que sirven para crear conocimiento[29].

La percepción está directamente relacionada con los sentidos, ya que es a través de estos que una persona capta la información del exterior. Son una puerta, la entrada a la que yo hacía referencia al principio del capítulo, por donde ingresan datos que posteriormente serán procesados.

La sensación es la captación del estímulo físico y su transformación en impulso nervioso, y la percepción sería la asignación de significado al estímulo que ha entrado en nuestro sistema cognitivo.

El conocimiento del mundo lo construimos con la vista, el oído, el tacto, el dolor y sensación de movimientos corporales. La percepción comienza en las células receptoras que son sensibles a uno u otro tipo de estímulos. Las vías sensoriales conectan al receptor periférico con las estructuras centrales del procesamiento. El cerebro no registra el mundo externo simplemente como una fotografía tridimensional sino que construye una representación interna después de analizar sus componentes.

Atributos de la Sensación[30]

Son las características de los estímulos que permiten a nuestros receptores codificarlos y posibilitan que impongan una

[29] Infoamerica.org. *Rudolph Arnheim (1904-2007)*. Disponible en: www.infoamerica.org/teoria/arnheim1.htm

[30] José Juan Cañas Delgado. *Apuntes del Curso de Ergonomía Cognitiva*, correspondiente al programa de Doctorado en Psicología Experimental y Neurociencias del Comportamiento, Facultad de Psicología, Universidad de Granada, España, 15 de octubre al 7 de diciembre de 2007.

sensación en nuestro sistema sensorial. Nuestros receptores van a transformar la energía física en una modalidad sensorial determinada.

Existe una teoría sobre las sensaciones, conocida como la Ley de Müller o de las energías específicas, que dice que la referencia de nuestras sensaciones se encuentra en nuestros nervios. Cada nervio tiene una energía que es específica, por lo tanto, si tenemos cinco sentidos serán estimulados por cinco energías específicas.

Esta teoría se debe al fisiólogo y psicólogo alemán Johannes Müller y dice que la modalidad sensorial es una propiedad de la fibra nerviosa correspondiente y que cada fibra es activada por un tipo de estímulo específico. La calidad de la sensación no depende tanto del tipo de estímulo que afecta a nuestros sentidos sino del tipo de fibra nerviosa que interviene en la percepción. Por ejemplo, la vibración del aire no produce audición, sino que lo hace la fibra auditiva, que se activa con una determinada vibración.

Las características de los estímulos que permiten que se produzcan sensaciones son:

Intensidad. La cantidad de sensación depende de la fuerza del estímulo. La intensidad de la sensación depende de la intensidad del estímulo, esto está sujeto a la Ley de Weber que dice que la sensibilidad del sistema sensorial para las diferencias de intensidad entre estímulos depende del valor relativo de la diferencia entre estímulos.

Duración. La sensación producida por un estímulo sobre la vía nerviosa correspondiente, suele estar en función de la intensidad y de la duración. Por lo general, cuando un estímulo persiste durante mucho tiempo, la intensidad de la percepción o sensación disminuye, a esta disminución se le llama adaptación.

Frecuencia. Los hercios, son la medida de frecuencia y es el atributo más importante de los estímulos de cara a su percepción.

Percepción

Me gustaría retomar la descripción científica que hace sobre el proceso perceptivo Antonio Mayoral-Alavedra:

> "El proceso perceptivo consiste en la recepción de cambios de energía incidente en las células receptoras, la transducción de esta energía en impulsos eléctricos y la codificación de los impulsos, con el fin de preservar la información acerca de los eventos internos y externos transmitidos por los patrones de energía de estimulación."[32]

Estaríamos hablando de una recepción de estímulos, pero también de una interpretación de estos y de una atribución de significado a lo que ocurre alrededor de una persona.

En este proceso encontramos que hay una actividad fisiológica pero también intervienen otros factores como el del reconocimiento de objetos, sonidos, etcétera, así como su significación.

De esta forma, la percepción no solamente se da por la imagen que recibe el ojo o por el sonido que registra el oído y que después es elaborado por el cerebro, sino que también tiene relación con la conciencia que tenemos de objetos y entornos que nos rodean, es decir, con un conocimiento previo de las cosas.

Existe una teoría de la percepción que tiene que ver con lo anterior, la constructivista.

[32] Antonio Mayoral-Alavedra. *Introducción a la percepción*. Barcelona, Científico Médica, 1982, p. 71.

> "Los constructivistas opinan que el proceso de ver es activo y nuestra visión del mundo se construye con la información del entorno y con la almacenada previamente en el conocimiento."[33]

De este modo, una misma circunstancia puede ser percibida de distinta manera por dos o más personas, dependiendo del conocimiento y la experiencia de cada individuo.

Esto podría sonar como una complicación para un diseñador de interfaces de usuario, porque si cada cabeza es un mundo y una forma de percibir diferente, entonces qué aspectos debe considerar al momento de proponer estímulos visuales y auditivos dentro de un sistema interactivo multimedia, si los usuarios pueden ser tan diversos.

Creo que esta respuesta nos la da el perfil de usuario al que va dirigido el sistema que se va a diseñar. Así, aunque sepamos de antemano que cada persona tiene su propia percepción, se puede crear un entorno con metáforas identificables por el grupo de gente que interactuará con el sistema.

Marcos Mora, cita a Joan Costa, mencionando que hay ciertos hábitos entre los individuos, a los cuales llama "universales de cotidianidad", poniendo como ejemplo, los siguientes:

> "…el sentido en el que giran las agujas del reloj, el sentido de la lectura de izquierda a derecha, la principalidad de los que está más arriba, la fuerza vectorial de una flecha, etc."[34]

Y continúa Marcos, citando a Costa, mencionando que:

> (…"el diseñador de esquemas debe conocer el funcionamiento de estos universales de la conducta visual de su receptor si

[33] María del Carmen Marcos Mora. *Op. cit*. p. 61.

[34] María del Carmen Marcos Mora. *Op. cit*. p. 60.

quiere organizar el trabajo conforme a la manera más natural, espontánea y sencilla de captarlo.")[35]

La ley de la continuidad de la Gestalt, también resalta la importancia del conocimiento previo de un objeto y de las expectativas de lo que se va a ver. Y ya que menciono la teoría de la Gestalt, vale la pena decir que ha tenido un enfoque particular de la percepción.

"Los gestalistas descubrieron que el Ser Humano percibía Totalidades organizadas como configuraciones que aparecían en la experiencia directa del individuo."[36]

"…la Gestalt, es, pues, una forma estructurada, completa y con sentido para nosotros…"[37]

Lo anterior significa que la mente humana percibe algo en su totalidad, como forma o configuración y no sólo como la suma de sus partes constitutivas. Así que la percepción se estudia a partir de configuraciones globales de los procesos mentales y no mediante el análisis de unidades aisladas, como las sensaciones simples.

La teoría de la forma de la Gestalt, maneja también el concepto de figura-fondo, relacionado de igual forma con la percepción. "Köhler, Koffka y Wertheimer descubrieron que, al experimentar el medio visualmente, elegimos un centro particular de interés que se destaca para nosotros respecto de un fondo difuso. Lo que se destaca se llama figura, y el resto es el fondo".[38]

35 María del Carmen Marcos Mora. *Op. cit., Loc. cit.*

36 Héctor Salama Penhos. *Gestalt, de Persona a Persona*. Instituto Mexicano de Psicoterapia Gestalt, S.C., México, 1996, p. 25.

37 Serge Ginger. *Gestalt, el arte del contacto: Una perspectiva del comportamiento humano*. trad. Joseph Escarré, México, Océano, 2005, p. 21.

38 Joseph Zinker. *El proceso creativo en la terapia gestáltica*. México, Paidós, 1991, p. 79.

Dichos autores, fueron precursores de la Escuela de la Gestalt y se oponían al punto de vista tradicional de la psicología representada por el funcionalismo y el estructuralismo.

José Bayo describe lo siguiente sobre la teoría de la Gestalt:

> "Lo que defiende básicamente esta teoría es una psicología concebida como "ciencia de la experiencia directa". El término Gestalt (que se traduce por "forma" pero que es más equivalente a "estructura" o "configuración") significa, por lo que a la percepción se refiere, una experiencia inmediata ya estructurada. La percepción no es el resultado de la síntesis de unos datos de la sensibilidad, es ya una experiencia directa y estructurada de la realidad exterior."[39]

El neuropsicólogo ruso Alexander Luria señala que "…ni la sensación ni la percepción pueden considerarse como reflejo pasivo de la realidad o registro pasivo de la información que llega al organismo, más bien, tiene un carácter activo. La percepción íntegra del objeto surge como resultado de una compleja labor analítico-sintética".[40]

Continúa Luria mencionando que "…la percepción cabal de los objetos complejos depende no sólo de la precisión con que funcionan nuestros órganos de los sentidos, sino también de circunstancias como la experiencia anterior que pudiera tener el sujeto, la extensión y profundidad de sus representaciones; la tarea que él se plantea al examinar el objeto; el carácter dinámico, consecuente y crítico de su actividades perceptora, entre otras".[41]

Afirma, además, que "…la percepción de objetos conocidos, se da asociando dos o tres indicios perceptibles para llegar a

[39] José Bayo Margalef. *Op. cit.* p.24.

[40] Alexander Romanovich Luria. *Sensación y Percepción*. Trad. Pedro Mateo Merino, Barcelona, Fontanella, 1978, p. 60.

[41] *Ibídem*. p. 64.

la solución necesaria. Pero cuando percibimos objetos nuevos o desconocidos el proceso de su identificación es mucho más complejo y se desarrolla en formas mucho más circunstanciadas".[42]

El tema de la percepción humana es de fundamental importancia cuando se estudian aspectos psicológicos de la interacción entre un usuario y una computadora. En el caso específico de esta investigación, los procesos de percepción que abordaré son los visuales y auditivos debido a que, básicamente, a través de estos, es que el usuario "recoge" las señales del entorno de una interfaz gráfica de un sistema interactivo, en una computadora personal. Sin embargo, en entornos de realidad virtual el usuario puede interactuar, además, a través del sentido vestibular que proporciona información acerca de la orientación, el movimiento, la aceleración y, que hace la función del equilibrio, el mantenimiento de la cabeza en posición erguida y el ajuste de los movimientos de los ojos para compensar los movimientos de la cabeza. Pero por ahora, apenas enuncio y no exploraré esos contextos de interacción.

La percepción visual

Villafañe[43] resume en el siguiente cuadro, el proceso perceptivo especificando la fase visual correspondiente:

PRIMERA FASE	SEGUNDA FASE	TERCERA FASE
Recepción de información	Almacenaje de información	Procesamiento de información
Sensación Visual	Memoria Visual	Pensamiento Visual

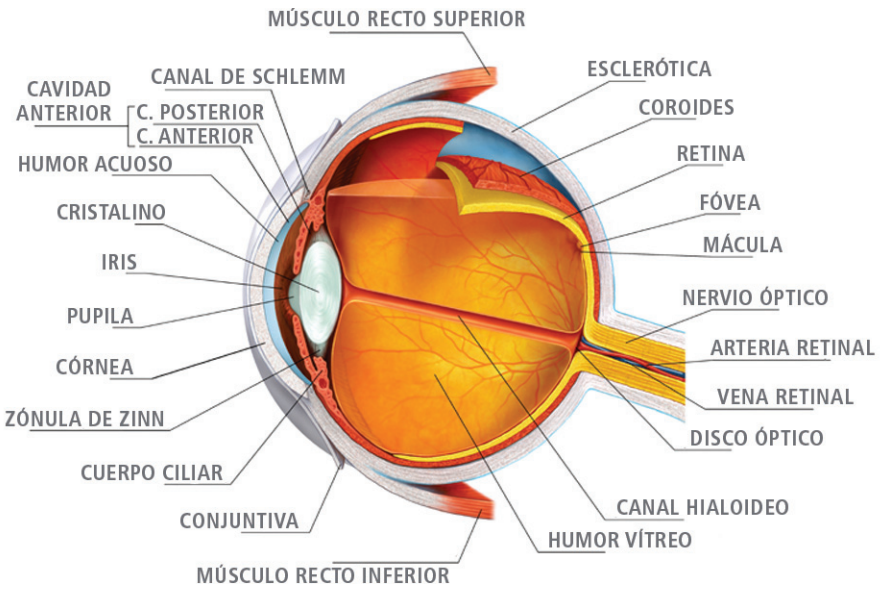
[42] *Ibídem*. p. 59.

[43] Justo Villafañe. *Introducción a la teoría de la imagen*. Madrid, Pirámide, 1987, 230 p.

Sistema visual

> "Ver es obtener información a partir de la energía electromagnética que llega a los ojos, de la estructura espacial del mundo que nos rodea y los distintos aspectos que pueden distinguirse en él."[44]

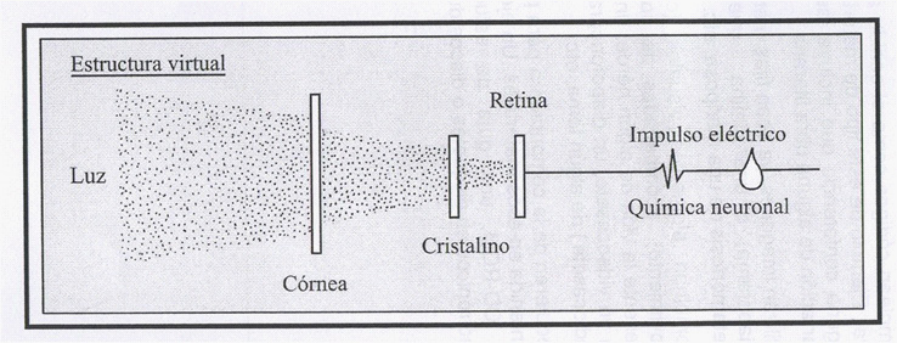
Considero conveniente mencionar, de manera general, la estructura morfológica del sistema visual, antes de tratar de explicar el funcionamiento de la vista como un sistema de percepción. "En el aparato ocular cabe destacar su parte fotosensible (retina) y diversos mecanismos auxiliares de carácter motor, de los cuales, unos (el iris, el cristalino), aseguran el aflujo de los rayos luminosos que llegan a la retina, el enfoque de la imagen y la defensa del mecanismo ante las influencias externas (la córnea) y dan la posibilidad de efectuar el movimiento de este complicado aparato (músculos del ojo)".[45]



[44] José Juan Cañas Delgado, *et al. Diseño de Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario*. Barcelona, UOC, 2005, 277 p.

[45] Alexander Romanovich Luria. *Op. cit.* p. 82.

El astrónomo alemán Johannes Kepler realizó innumerables investigaciones sobre el funcionamiento del órgano visual, descubriendo que éste último tiene la función de enfocar una imagen en la retina. Así como la lente de una cámara enfoca la imagen sobre la película, la córnea y el cristalino del ojo enfocan la imagen sobre la retina. Una vez que la retina ha procesado la imagen, envía los resultados al cerebro por medio del nervio óptico, llegando a la corteza visual primaria conocida como V1[46].



El funcionamiento del sentido de la vista es parte de la inteligencia visual del ser humano y es tan importante que ocupa casi la mitad de la corteza cerebral. Esta inteligencia interactúa con la inteligencia racional y con la inteligencia emocional.

Donald D. Hoffman resalta el hecho de que la vista no es un proceso inconsciente de estímulo y respuesta: "…la visión no es simplemente una cuestión de recepción pasiva, sino un pro-

46 "La corteza visual corresponde al lugar del cerebro en el cual desembocan las fibras provenientes del núcleo geniculado lateral y otras áreas que ayudan en el reconocimiento de esa información, la primera corresponde al área 17 de Brodman o corteza visual primaria, V1 (estriada). Las áreas visuales secundarias o extraestriadas se encuentran rodeando al área 17, correspondiendo a las áreas 18 (V2, V3) y 19 (V4, V5)". Magdalena Ríos. Noviembre, 2007, Universidad de Chile. Disponible en: http://oftalmoblogia.blogspot.com/2007/11/corteza-visual.html

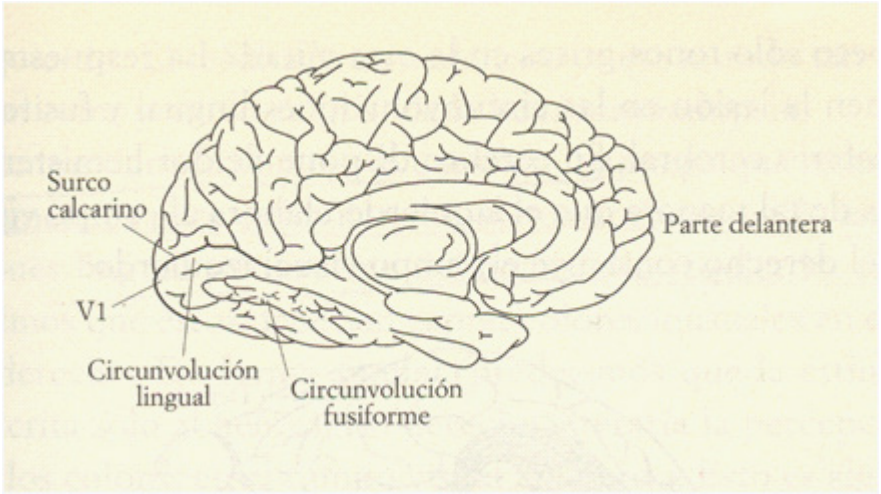
ceso inteligente de construcción activa. Lo que vemos es, invariablemente, lo que construye nuestra inteligencia visual."[47]

Más adelante, Hoffman afirma:

> "Todo lo que usted ve lo construye, sin excepción alguna: el color, los matices, la textura, el movimiento, la forma, los objetos y completos panoramas visibles."[48]

Y ya que he mencionado el color, sobre este tema Hoffman cita a Verrey, incluyendo la conclusión a la que llegó este último autor sobre la ubicación, en el cerebro humano, del lugar donde "se crea el color":

> "El centro del sentido cromático se halla en la parte más inferior del lóbulo occipital, probablemente en la parte posterior de las circunvoluciones lingual y fusiforme."[49]



[47] Donald D. Hoffman. *Inteligencia Visual: Cómo creamos lo que vemos*. Trad. Daniel Menezo, España, Paidós, 2000, p. 13.

[48] *Ibídem*. p. 25.

[49] *Ibídem*. p. 157

Hoffman continúa con la idea de que construimos lo que vemos, afirmando que el caso del color no es la excepción: "…usted organiza su mundo visual en objetos, a los que confiere formas tridimensionales, colocando fuentes de luz que iluminen esos objetos y asignando color tanto a las fuentes lumínicas como a los objetos."[50]

En una presentación que hizo el Dr. Cañas Delgado durante su clase de Ergonomía Cognitiva, sobre el Factor Humano en la Interacción Persona-Ordenador, mencionó el tema de los bastones y los conos en la retina. De momento, sentí un poco de pánico porque yo había evadido este aspecto de la visión en mi investigación, por tratarse de algo más especializado. Sin embargo, abordó el tema de una manera muy digerible para las personas que recibimos una formación en otras áreas del conocimiento.

Nos explicó que la retina tiene dos fotorreceptores, conocidos, precisamente como bastones y conos, y que en contacto con la luz segregan sustancias químicas que estimulan a las neuronas. Las células de tipo bastón sólo permiten la visión en la luz débil y no perciben los colores (visión nocturna). En tanto que los conos, operan con luz brillante y son los responsables de la gran agudeza visual (visión diurna), además de la visión de los colores.

En su libro sobre Ergonomía Cognitiva, Cañas señala lo siguiente:

> Cuando interactuamos con una interfaz gráfica, las neuronas de nuestra retina codifican el estímulo visual, la luz. Las dos características de la luz son el color y la intensidad. Sin embargo, nos interesa especialmente el color porque una de las cuestiones más debatidas en el diseño de interfaces es el uso del color para presentar información…se debe considerar que la luminosidad ambiental influye en cómo se perciben los co-

[50] *Ibídem*. p. 164.

> lores... la distribución de los conos y bastones en la retina no es homogénea y, por tanto, un mismo color en dos lugares de la pantalla puede verse de forma diferente.[51]

Una vez explorada la estructura morfológica del sistema visual, me gustaría retomar el análisis del proceso perceptivo visual, de objetos y situaciones.

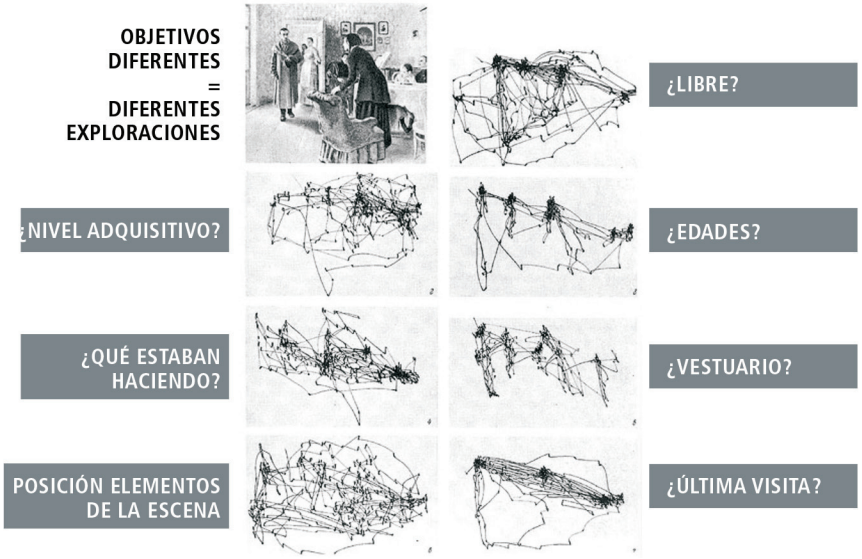
Mencioné anteriormente que la percepción de un objeto simple o conocido, no requiere importantes búsquedas por parte de la persona y que, por el contrario, un objeto o situación más compleja, implicaba un trabajo mayor. En este último caso, los ojos realizan una labor como de "palpación" del objeto, para asegurar una larga retención de la imagen.

Según Luria, los experimentos del psicofisiólogo soviético Alfred Yarbus, sobre el rastreo ocular, mostraron que para una larga percepción del objeto son realmente necesarios movimientos leves de los ojos, que desplazan la imagen a sectores contiguos de la retina. Yarbus mostró que la tarea que se le daba a un sujeto tenía una influencia muy grande en el movimiento de los ojos de éste.

> Su experimento consistió en registrar los movimientos oculares de los participantes al contemplar un cuadro. Éstos disponían de 3 minutos para observar una escena sobre la que previamente conocían preguntas a las que deberían responder. La idea estaba en que observaran la imagen del cuadro con el objetivo de buscar pistas que les ayudasen a conocer la respuesta.
>
> Los resultados no pudieron ser más esclarecedores. A diferentes cuestiones diferentes patrones de exploración ocular sobre la obra.

[51] José Juan Cañas Delgado. *Op. cit.* p. 31-32.

Las implicaciones de esta demostración son más que evidentes, especialmente en entornos muy activos o de alto procesamiento cognitivo, como puede ser navegar por Internet o ver una película, por ejemplo.[52]



Luria coincide con estos resultados, afirmando que el primer factor que determina la percepción de los objetos complejos es la tarea planteada al sujeto y la actividad práctica que él mismo desarrolla con esa finalidad. Subraya, además, que al examinar un objeto complejo, el ojo no se desplaza nunca por él de modo uniforme, sino que busca y destaca siempre los puntos de mayor valor informativo que atraen la atención del observador. Concluye Luria, mencionando dos puntos más que ejercen influencia en el proceso de percepción visual: el influjo de la experiencia anterior y las diferencias individuales de las personas, como la cuestión cultural y el nivel intelectual del sujeto.

[52] José Manuel Martínez. *¿Cómo se nos dirige la mirada?* (2da parte). Disponible en: http://www.imageandart.com/tutoriales/morfologia/mirada/2da_parte/index.html

La percepción auditiva

Es la adquisición de información de nuestro entorno, a partir de los sonidos existentes. Como veremos más adelante, los sonidos consisten en cambios de presión de aire, a causa de la vibración de un objeto que se propaga en forma de ondas.

Como en el caso de la percepción visual, el proceso de la audición involucra dos aspectos: el fisiológico y el psicológico, de los cuales el primero involucra al sistema auditivo periférico, que vendría siendo el oído; y el segundo, se logra a través del sistema auditivo central, conformado por los nervios auditivos y el cerebro.

Sistema auditivo periférico

Pardo y Córdoba[53] señalan que el oído está dividido en cuatro zonas con respecto a la ubicación en el cráneo: oído externo, oído medio, oído interno y el sistema nervioso central.

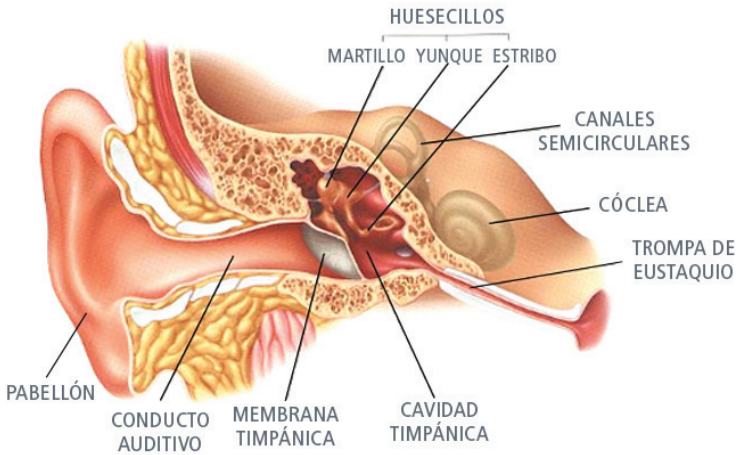


DIAGRAMA DEL SISTEMA AUDITIVO PERIFÉRICO

[53] J. M. Pardo y R. de Córdoba. "Funcionamiento del oído: el sistema auditivo." *Ingeniería Neurosensorial*. 2007, vol. 2.1, Capítulo 3.1, p. 4. Disponible en: http://insn.die.upm.es/

En la siguiente tabla incluyo, de manera general, las funciones de estas cuatro zonas, de acuerdo a Yost y Nielsen.[54]

PARTE DEL OÍDO	OÍDO EXTERNO	OÍDO MEDIO	OÍDO INTERNO	SISTEMA NERVIOSO CENTRAL AUDITIVO
MODO DE OPERACIÓN	Funciona por vibración del aire	Funciona por movimiento mecánico de los huesecillos	Primero se da el funcionamiento mecánico por el movimiento del estribo, luego hidrodinámico por el movimiento de los líquidos interiores a la cóclea y, finalmente, electroquímico.	El funcionamiento es electroquímico. El movimiento de las células ciliadas provocan una reacción química que a su vez genera un impulso eléctrico.
FUNCIONES	• Protección del oído • Amplificación • Localización del sonido	• Adaptación de impedancias • Estimulación selectiva de la ventana oval • Ecualización de presión	• Distribución de los filtros • Transducción	• Procesamiento de la información

En el proceso de audición se recibe la energía acústica en el oído externo, se transmite a los fluidos del oído interno, de aquí se convierte en impulsos neuronales que codifican o analizan la información acústica.

Luria[55] comenta que el proceso fundamental que se opera en el segmento periférico receptor auditivo es realmente la transformación de las oscilaciones mecánicas en complicados fenómenos nerviosos (eléctricos).

[54] William A. Yost y Donald W. Nielsen. *Fundamentals of hearing: An introduction*. San Diego, Academic Press, 2000, p. 23.

[55] Alexander Romanovich Luria, *Op. cit.* p. 125.

Sistema auditivo central

Pardo y Córdoba, ya citados, precisan que: "Hay dos tipos básicos de fibras nerviosas en el sistema nervioso auditivo, las fibras nerviosas aferentes y las fibras nerviosas eferentes. Las fibras aferentes son las que llevan la información desde el órgano de Corti hasta el cerebro…Las fibras nerviosas eferentes son las que llevan información desde la corteza auditiva a la periferia. Por tanto, son fibras de realimentación."[56]

Mientras que Luria hace lo propio y dice: "Las fibras del nervio sonoro, que comienzan en el órgano de Corti, forman parte de la vía de conducción auditiva. Y las fibras procedentes de ambos nervios acústicos,…se dirigen…hacia los aparatos centrales de ambos hemisferios."[57]

Las neuronas que conforman los nervios auditivos, se encargan de transmitir los impulsos eléctricos al cerebro, para su procesamiento. Es por medio de estos nervios que el cerebro recibe patrones que contienen la información particular de cada sonido y los compara con otros almacenados en la memoria para poder identificarlos.

A través de la audición podemos detectar un estímulo sonoro, pero de acuerdo a las teorías de Luria, dicho estimulación en el hombre se determina por factores socio-históricos, más que biológicos.Menciona dos sistemas que han influido en la codificación de las sensaciones sonoras para formar con ellas, sistemas complejos de percepción auditiva: el sistema musical de códigos y el sistema fonético de códigos. El primero ayuda a crear los adecuados modelos sonoros, expresivos de un cierto estado emocional. Y el dominio del segundo sistema garantiza la percepción del lenguaje sonoro. La audición tiene una relación estrecha con uno de los medios de comuni-

[56] J. M. Pardo, R. de Córdoba. *Op cit.*, p. 16-17.

[57] Alexander Romanovich Luria, *Op. cit.* p. 125.

cación más importantes, el lenguaje, que es fundamental para la transmisión del conocimiento.

Modos de audición

Este tema, que se refiere a la forma en que escuchamos, lo he considerado importante porque no siempre damos una misma respuesta a un estímulo sonoro, por lo que en una interfaz de usuario que incluya audio, se debe analizar también la significación de los sonidos.

Denis Smalley[58], compositor electroacústico que además ha escrito sobre percepción auditiva, menciona tres teorías distintas sobre modos de audición –incluyendo una propia–. Empezaré mencionando las dos primeras teorías de distintos autores y, al final, precisaré los modos de audición del propio Smalley.

Modos de audición de Schaeffer

Pierre Schaffer identifica cuatro modos de audición. Los primeros dos modos se relacionan con la audición ordinaria y los modos tres y cuatro guardan relación con la audición musical. Estos modos son:

Écouter. El auditor se ocupa de la proveniencia de los sonidos y el mensaje que conllevan. La atención se enfoca en la ocurrencia o en los eventos conectados al sonido. Por ejemplo, si escuchamos el sonido de un automóvil atravesando una calle, no nos interesa el sonido en sí mismo, sino lo que significa; probablemente el vehículo va muy rápido y nos podría atropellar. Este modo trata al sonido como un signo de su fuente.

Ouïr. No hay intención de escuchar, pero un sonido nos llega y no podemos evitarlo. Un ejemplo de esto puede ser una

58 Denis Smalley. "The listening imagination: Listening in the electroacoustic era." *Companion to Contemporary Musical Though*. 1992, Routeledge, Londres, cap. 26, pp. 514–554.

explosión o un llanto súbito. Este es el nivel más crudo y elemental de percepción auditiva.

Entendre. Corresponde a un proceso selectivo donde algunos sonidos son preferidos respecto a otros. De acuerdo a su etimología, significa mostrar una intención de escuchar.

Comprendre. Un paso más allá del modo tercero. Implica la intención de aprehender un significado o unos valores, tratando al sonido como un signo que se refiere a este significado como una función de un lenguaje o de algún código (audición semántica).

Modos de audición de Schachtel

Ernest Schachtel estableció dos modos de audición en función de dónde se centraba la propia audición: en el sujeto o en el objeto: El modo de audición autocéntrico y el modo alocéntrico de audición.

Modo de audición autocéntrico es un modo de audición subjetivo basado en el sentimiento de satisfacción o insatisfacción del sujeto ante el estímulo sonoro.

Modo de audición alocéntrico es un modo de audición centrado en el propio sonido. (Qué significa, qué evoca).

Modos de audición de Smalley

Denis Smalley, que ya cité, extiende los modos Schaefferianos al combinarlos con los conceptos de autocentricidad y alocentricidad de Schachtel. Como resultado, propone los siguientes modos:

Indicativo. Corresponde al primer modo de Schaeffer y considera al sonido como un mensaje y centrado en el objeto. En este caso, el sonido actúa como una señal o un signo de algo que no es sonoro por naturaleza, algo necesario, por ejemplo, para la supervivencia.

Reflexivo. Este modo está centrado en el sujeto, es claramente autocéntrico y se basa en respuestas emocionales al objeto percibido. El objeto y la emoción no son separables en este caso.

Interactivo. Corresponde a los modos tres y cuatro de Schaeffer y es claramente alocéntrico. Involucra una relación activa de parte del sujeto para explorar continuamente las cualidades y estructuras del objeto. Este modo abarca la audición estructural, actitudes estéticas hacia los sonidos y la música y el concepto de audición reducida de Schaeffer.

Los modos indicativos y reflexivos son los dominantes. En cambio, el embarcarse en una relación interactiva requiere de esfuerzo y voluntad.

Búsqueda

Las tareas de búsqueda en una interfaz de usuario, generalmente se dan a través de los menús. El usuario explorará el contenido del sistema, por medio de las opciones de acceso que la interfaz le proporcione. Si el usuario conoce la interfaz o ha operado un programa similar, encuentra con mayor facilidad la información que busca. Pero para un usuario nuevo, este proceso inicia buscando una palabra o una imagen en los menús, que se relacione con la información que le interesa. Esto es algo que un diseñador de interfaces debe considerar, eligiendo elementos, para los menús de opciones, que tengan una equivalencia semántica.

Otro aspecto a considerar es la organización y número de menús para que la búsqueda sea más rápida, por lo que no es muy recomendable la saturación de elementos o de ítems[59].

[59] "Cada uno de los elementos que forman parte de un dato". Disponible en: ttp://www.rae.es

Cañas menciona un modelo de reconocimiento de información basado en los estudios de Atkinson y Joula.

> "Este modelo explica el reconocimiento de una información memorizada previamente como el resultado de dos procesos, uno rápido que reconoce lo que es muy familiar o muy raro, y otro más lento que funciona cuando la información es relativamente familiar y es necesario realizar una búsqueda en memoria para decidir si fue o no memorizada."[60]

Y, justamente, a esto hace referencia Yang Gong, de la Escuela de Información de Ciencias de la Salud de la Universidad de Texas: "Cuando buscamos información en una computadora, la información desplegada por la interfaz de usuario y la información en la memoria del usuario, determinan juntas el nivel de desarrollo de las tareas de búsqueda."[61]

Atención

Se ha definido de diversos modos el concepto de atención. El prestar atención se ha considerado un mecanismo selector de información o incluso de un aspecto relacionado con la alerta y la orientación.

Veamos la definición que hacen Colmenero *et al.*[62] del mecanismo atencional: "La atención puede definirse como un mecanismo central de control del procesamiento de información, que actúa de acuerdo con los objetivos del organismo

[60] José Juan Cañas Delgado. *Op. cit.* p. 37.

[61] Yang Gong, *et al.* "A Distributed Information Analysis for Information Search Tasks." *AMIA Annual Symposium Proceedings*. 2005, 965. Disponible en: http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1560611

[62] José Mª Colmenero, *et al.* "Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro." *Anales de psicología*. 2001, vol . 17, nº 1 (junio), 45-67, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia (España). ISSN: 0212-9728.

activando e inhibiendo procesos, y que puede orientarse hacia los sentidos, las estructuras de conocimiento en memoria y los sistemas de respuesta."

William James[63] enfatizó la función selectiva de la atención, consistente en controlar el acceso a la consciencia de sólo aquel estímulo que ha sido atendido.

El hecho de que el procesamiento humano de información se lleve a cabo a través de un mecanismo de capacidad más o menos limitada, hace necesario que exista un filtro que permita pasar un solo elemento a la vez.

Ver o escuchar, atender y percibir no son procesos equivalentes ni desarticulados, la atención precede a la percepción y a la acción; sin atención, nuestra percepción, memoria y aprendizaje, no suceden o se empobrecen. "Prestar atención equivale a una actitud cerebral de preparación que se manifiesta como un esfuerzo neurocognitivo que precede a la percepción, a la intención y a la acción. Así, el sistema nervioso focaliza selectivamente nuestra consciencia para filtrar el constante fluir de la información sensorial, resolver la competencia entre los estímulos para su procesamiento en paralelo y reclutar y activar las zonas cerebrales para temporizar las respuestas apropiadas."[64]

La atención es el interés por una fuente particular de estimulación o concentración sobre una tarea y tiene una serie de efectos diferentes niveles que, en general, consisten en organizar el procesamiento de la información.

64 A. Estévez González. "La atención: una compleja función cerebral". *Revista de Neurología*. 1997; 25 (148): 1989-1997, Barcelona, ISSN 1576-6578

Aprendizaje

"…el área de estudio preferida de los conductistas: el aprendizaje. Sin embargo, en los últimos años ha aumentado notablemente el interés de la psicología cognitiva por el aprendizaje, lo que ha traído consigo la elaboración de diversas teorías cognitivas del aprendizaje…[65]

Existen diversas teorías sobre el aprendizaje con diferentes perspectivas e intereses. Casi todas se han ocupado de aspectos como el aprendizaje de conceptos (adquisición de significados), adquisición y automatización de destrezas, adquisición de habilidades, de razonamiento, etcétera.

Ignacio Pozo hace referencia a lo que según Platón y Aristóteles significaba el conocimiento. El primero decía que el conocimiento es siempre la proyección de nuestras ideas innatas. Mientras que Aristóteles, su discípulo, rechazaba tal doctrina, sosteniendo que el conocimiento procede de los sentidos que dotan a la mente de imágenes, que se asocian entre sí según tres leyes: la contigüidad, la similitud y el contraste. Por lo que puede considerarse a Aristóteles como el padre del asociacionismo.[66]

¿Por qué incluyo el aprendizaje en este proyecto? Como mencioné en la primera parte de este capítulo, la ergonomía implica el estudio de la relación entre una persona y los elementos de su sistema de trabajo. Por su parte, la ergonomía cognitiva se enfoca en estudiar esa relación pero a nivel de percepción, de la forma en que una persona procesa la información que recibe de su entorno. Particularmente, en este proyecto, la forma en que un usuario recibe estímulos de una interfaz de usuario de un sistema interactivo, y el modo en que procesa

[65] Juan Ignacio Pozo. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. 9ª ed., Madrid, Morata, 1989, p. 11.

[66] *Ibídem*. p. 18.

los datos recibidos. La interacción que hay entre dicho usuario y la interfaz gráfica de un sistema, en determinado momento, es aprendida. De esa forma, el diseñador de interfaces está obligado a tener nociones de lo que es el aprendizaje y lo que implica.

A continuación incluyo una versión conductista de aprendizaje que Mestre Nava y Palmero Cantero incluyen en su libro, citando a Michael Domjan:

"[…] podemos considerarlo [al aprendizaje conductual] como un cambio relativamente permanente en la capacidad para realizar una conducta debido a la experiencia con determinados eventos ambientales relacionados con esa conducta en particular."[67]

Cañas, por su parte, menciona que en la psicología cognitiva, aprender implica adquirir conocimientos declarativos y procedimentales necesarios, y almacenarlos en la memoria.[68]

Aunque el conductismo ha perdido su posición predominante en algunas áreas, opuesto a la consolidación de la psicología cognitiva y el procesamiento de información, no ha quedado fuera por completo de los campos de la investigación en psicología, por ello, incluyo también dicha definición.

Anderson[69] considera que el ciclo del aprendizaje comienza con la presentación de información, generalmente en forma verbal, donde se describe cómo se debe realizar una tarea. La información es almacenada en forma declarativa y se convierte en conocimiento procedimental.

[67] José Miguel Mestre Navas, Fancesc Palmero Cantero. *Procesos Psicológicos Básicos: Una guía académica para los estudios en psicopedagogía, psicología y pedagogía*. España, Mc Graw Hill, 1995, p. 78.

[68] José Juan Cañas Delgado, *Op. cit.* p. 53.

[69] John R. Anderson. *The Architecture of Cognition*. Cambridge, Harvard University Press, 1983, p. 47.

Existe un tipo de aprendizaje que ha sido investigado exhaustivamente por la ergonomía cognitiva, el aprendizaje exploratorio. De acuerdo con Cañas, se diferencia de otra categoría de aprendizaje por el hecho de que la persona realiza un proceso de búsqueda que no ocurre en otros tipos de aprendizaje.

En el caso de las interfaces gráficas, comenta Cañas:

Cuando un usuario está aprendiendo por exploración, busca en la interfaz posibles objetos (menús, iconos, etc.) que puedan estar relacionados con la tarea que se quiere realizar. La búsqueda se realiza con una tarea en mente […] aunque es normal encontrarse a usuarios que exploran la interfaz sin ningún objetivo concreto […] el aspecto más importante a tener en cuenta si se quiere facilitar la búsqueda y, por tanto, el aprendizaje exploratorio, es diseñar la interfaz de tal manera que los objetos que el usuario se encuentre en ella puedan ser relacionados fácilmente con la tarea que se quiere aprender a realizar.[70]

Resolución de problemas

El ser humano se encuentra diariamente con obstáculos en situaciones familiares, laborales o académicas; superarlos, implica un proceso cognitivo de resolución de problemas. El conocimiento de sí mismo, de su medio y la búsqueda de información adecuada, son habilidades que requiere el individuo para llevar a cabo este proceso. Sin embargo, no basta sólo esto para tomar decisiones lógicas, sino que además, es necesario llevar a cabo un análisis general de la situación.

En la solución de problemas cognitivos, como en toda función psicológica superior[71], existe una relación con otras funciones

[70] José Juan Cañas Delgado. *Op. cit.* p. 54.

[71] Para la psicología histórico-cultural, de Vygotski, Luria y Leóntiev, la solución de problemas es un modelo de función psicológica superior o proceso mental complejo.

psíquicas: lenguaje, pensamiento abstracto o razonamiento (deducción, inducción), etcétera.

Desde la psicología histórico-cultural, el dominio del sistema del lenguaje garantiza el salto del conocimiento sensorial al racional. Por medio del lenguaje el ser humano puede salir de los límites de la impresión inmediata y organizar su pensamiento dirigido a un fin. No sólo transmite la información, también permite sacar conclusiones con base en razonamientos lógicos sin tener que dirigirse a la experiencia sensorial inmediata.

La tarea o problema que debe resolver el sujeto origina el pensamiento. La peculiaridad del pensamiento de expresarse como solución de problemas es reconocida por muchos autores como Luria y Gurova.

Para Luria[72] el pensamiento humano permite:

a) Ordenar, analizar y sintetizar la información,
b) Relacionar los hechos perceptibles con determinadas categorías,
c) Rebasar los marcos de la información directa, el sujeto puede hacer deducciones y llegar a conclusiones, incluso sin disponer de hechos directos, basándose en la información verbal obtenida, y
d) Razonar y resolver problemas lógicos, sin incluir el proceso de resolución en la actividad práctica.

Según Mayer[73], una persona necesita los siguientes conocimientos para resolver estos problemas:

a) Conocimiento lingüístico,
b) Conocimiento semántico,

72 Alexander Romanovich Luria, *Op. cit.* p. 130.

73 Richard E. Mayer. *Pensamiento, resolución de problemas y cognición.* Barcelona, Paidós, 1986, p. 410.

c) Conocimiento esquemático (conocimiento de los tipos de problemas),
d) Conocimiento operativo (conocimiento de cómo llevar a cabo la secuencia de operaciones o conocer el algoritmo exacto para llevar a cabo la tarea), y
e) Conocimiento estratégico (técnicas para resolver el problema).

Cañas[74] señala que los modelos cognitivos humanos actuales consideran que las actividades que una persona realiza cuando está tomando decisiones son:

Observación. En primer lugar, antes de tomar una decisión es necesario que la persona tenga toda la información que necesita.

Evaluación. Con la información obtenida se debe evaluar la situación. En este sentido, la información debe ser combinada con los conocimientos que la persona tiene.

Selección de una respuesta. Una vez que se ha evaluado la situación, es necesario tomar una decisión.

En la resolución de problemas, un individuo expresa tanto su potencial cognitivo, como la presencia de un conjunto de motivos y necesidades que impulsen a la acción o a la adopción de una decisión.

De acuerdo a la psicología cognitiva, estos serían los procesos cognitivos involucrados en el procesamiento humano de la información, cuyo conocimiento y consideración para el diseño de productos o artefactos de uso humano, proporcionan al profesional creativo, datos fundamentales para lograr diseños no sólo visualmente atractivos, sino también funcionales.

74 José Juan Cañas Delgado. *Op. cit.* p. 50-51.

Se podrá apreciar en el siguiente capítulo, que la interacción que se da entre una persona y una computadora, también involucra aspectos cognitivos, por lo que es un tema a considerar al momento de desarrollar sistemas informáticos.

Capítulo II
INTERACCIÓN PERSONA–COMPUTADORA

Hay una disciplina conocida en España como IPO (Interacción Persona-Ordenador) y en la comunidad internacional como HCI (Human-Computer Interaction) o CHI (Computer-Human Interaction).

Cañas[75] señala que el término correcto para esta disciplina es el de Ergonomía Cognitiva y que tanto los eventos organizados como las publicaciones que circulan sobre el tema Interacción Persona-Ordenador, se refieren a la ergonomía cognitiva.

Estamos hablando de la relación mutua entre un ser humano —que sería el usuario— que tiene la capacidad de elegir y actuar, y una computadora, que contiene programas y mecanismos para poder accesar a ella. A través de esta relación se transmiten instrucciones e información cuyo diseño es realizado por alguien encargado de anticipar las posibles acciones del usuario y codificarlas en un programa, me refiero al programador. Sin embargo, hay otra intervención importante en la interacción persona-computadora (IPC), la del diseñador, cuyo objetivo principal es facilitar al usuario la formación de un modelo mental adecuado con respecto al sistema, a través del diseño de una efectiva interfaz de usuario.

La interacción entre el ser humano y algún artefacto, se ha estudiado desde hace ya algún tiempo y la IPC no ha sido la excepción, al contrario, ha llevado a profesionales de distintas áreas del conocimiento a explorar esta relación debido a que el éxito de un sistema interactivo depende, en gran medida, de la comunicación diáfana entre el usuario y la compu-

[75] José Juan Cañas Delgado. *Apuntes del Curso de Ergonomía Cognitiva*.

tadora. Actualmente, los conceptos de la IPC son resultado de la intervención de la Informática, de la Psicología, del Diseño Gráfico e incluso de la Antropología, entre otras. En el caso de la Psicología, hemos visto, por ejemplo, que ha hecho aportaciones valiosas con respecto a los modelos cognitivos del ser humano que se toman como base para diseñar sistemas interactivos. De hecho, debemos recordar en todo momento, que las características del sistema cognitivo humano son el punto de referencia para estudiar la interacción. Y en cuanto al diseño gráfico, es suficiente ver el predominio que ha ido desarrollando la comunicación visual con respecto a la textual en el diseño de interfaces.

Abascal y Moriyón[76] hacen un breve recuento de los avances más significativos de la IPC, mencionando que fue en la producción de los dispositivos de entrada de datos donde, en principio, se empezó a ver el interés por desarrollar esta disciplina. Posteriormente, se dio la construcción de pequeñas interfaces gráficas que permitían una interacción más simple en aplicaciones concretas; y ya como interfaz de usuario propiamente dicha, aparecieron programas de simulación que representaban en la pantalla de la computadora, el comportamiento del instrumento que simulaban.

Continúan Abascal y Moriyón señalando que después aparecieron los primeros sistemas que buscaban simplificar el diálogo entre el usuario y la computadora en aplicaciones genéricas. Debido al auge de las computadoras de escritorio, cada vez más personas tenían contacto con estos artefactos, por lo que se diseñaron interfaces gráficas de usuario que permitían una interacción más natural, ya que se utilizaban metáforas de contextos familiares a los usuarios.

76 Julio Abascal y Roberto Moriyón. "Tendencias en Interacción Persona Computador". *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. 2002, Vol. 6, No. 16, pp. 9-24, España, ISSN 11 37-3601. Disponible en http://erevista2.aepia.org/index.php/ia/issue/view/101

Jesús Lorés *et al.*[77], enlistan lo que, a su juicio, son los avances más significativos en el mundo de la IPC:

· Manipulación directa de objetos gráficos
· El ratón (mouse)
· Las ventanas (windows)
· Programas de dibujo y pintura
· Edición y procesamiento de texto
· Hoja de cálculo
· Hipertexto
· Reconocimiento de gestos

Según Diaper, "…los objetivos de la Interacción Persona - Ordenador son desarrollar o mejorar la seguridad, utilidad, efectividad, eficiencia y usabilidad de sistemas que incluyan computadoras".[78]

Marcos Mora afirma que la IPC "…se ocupa de estudiar la creación de productos informáticos que ayuden en la realización de tareas a sus usuarios atendiendo a la facilidad de uso, al tiempo de ejecución, a evitar los posibles errores y, en consecuencia, a su satisfacción. Para lograr su objetivo debe abarcar, por un lado, los aspectos humanos, por otro los tecnológicos y por último la comunicación entre ambos".[79]

Para lograr que un usuario tenga un mejor aprovechamiento de los sistemas interactivos y de la información que contienen, la IPC se auxilia de la comprensión de factores psicológicos,

77 Jesús Lorés, *et al.* "Introducción a la interacción persona–ordenador". *Libro electrónico del curso de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador (IPO)*. España, AIPO, última actualización 10/9/2006, p. 6. Disponible en: http://www.aipo.es/libro/libroe.php

78 Dan Diaper. "The discipline of human-computer interaction". *Interacting with computers*. 1989, no. 1, vol. 1, Butterworth-Heinemann Ltd., Guildford, Reino Unido.

79 María del Carmen Marcos Mora, *Op. cit.* p. 24.

ergonómicos, organizativos, filosóficos, lingüísticos y sociales, entre otros, que determinan cómo trabaja la gente con las computadoras, para desarrollar herramientas y técnicas que ayuden a los diseñadores a conseguir que los sistemas informáticos sean los adecuados tanto a nivel individual como de grupo. Esto confirma el carácter interdisciplinario de la IPC.

Mi investigación se enfocará en el estudio de los tres primeros factores mencionados: psicológicos, ergonómicos y organizativos.

ESTILOS DE INTERACCIÓN

Aunque la IPC estudia aspectos como el trabajo en grupo, integración e interacción de medios y el impacto de las tecnologías en el entorno de un usuario, podemos apreciar, que el tema principal de esta disciplina es la interacción. Cañas menciona tres tipos de interacciones:

1. Donde el usuario realiza tareas específicas con el artefacto. "Los conceptos semánticos y formales de los objetos representados en la interfaz deben corresponder a las expectativas del usuario con respecto a una tarea específica […] interfaces de manipulación directa…ejemplo de este tipo de interacción".[80]

2. Donde el usuario explora el artefacto. "Todas las interfaces contienen elementos que no son obvios…El usuario puede elegir entre considerar estos elementos y usar sólo los que son familiares y parecen ser suficientes para realizar la tarea […] muchos usuarios quieren […] explorar la interfaz,…encontrar nuevas funciones que pueden no ser esperadas. Este tipo de interacción es, desde el punto de vista del usuario, exploratoria,… desde el punto de vista del diseñador, […] es sugestiva".[81]

[80] José Juan Cañas Delgado, *Op. cit.* p. 10.

[81] José Juan Cañas Delgado, *Op. cit.* p. 11.

3. Donde el usuario quiere ordenar al artefacto que realice una tarea sin ser muy preciso. "[…] la interacción es como una negociación, […] el usuario comienza la búsqueda, el sistema ofrece sugerencias, y el usuario…modifica la búsqueda basándose en estas sugerencias".[82]

Por otro lado, Scolari resalta lo siguiente:

"Desde el punto de vista sintáctico, los informáticos han identificado dos modelos de interacción entre el hombre y el ordenador. Estas dos formas de interacción…todavía sobreviven en las más avanzadas interfaces gráficas:

Acción – Objeto (verbo – nombre): consiste en elegir primero la acción y después el objeto sobre el cual la acción se cumplirá […]

Objeto – Acción (nombre – verbo): primero se elige el objeto y después se realiza la acción sobre él […]"[83]

Scolari define esa sintaxis de la interacción como "una secuencia de acciones que el usuario de la interfaz debe ejecutar para lograr un objetivo determinado".[84]

Por su parte, Abascal y Moriyón[85] mencionan que dentro de los estilos de interacción se encuentran los siguientes:

· Interfaz basada en una línea para las instrucciones.
· Interfaz basada en menús y formularios.
· Interfaz basada en manipulación directa.
· Interfaz basada en la interacción asistida.

82 *Loc. cit.*

83 Carlos Scolari. *Hacer clic: hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. España, Gedisa, 2004, p. 119.

84 *Ibídem*. p. 118.

85 Julio Abascal y Roberto Moriyón. *Op. cit.* p. 3.

Y continúan describiendo lo que para ellos son los nuevos paradigmas de interacción:

· Realidad virtual.
· Computación ubicua.
· Realidad aumentada.

Expongo la opinión de estos autores porque creo que sus conceptos se complementan y forman la idea integral de lo que son los estilos de interacción, aunque parezca que se trata de análisis aislados.

A grandes rasgos, Booth[86] menciona que la IPC estudia:

· El hardware y el software de las computadoras y la manera en que intervienen en la interacción que se produce cuando los usuarios las utilizan.

· Los modelos mentales de las personas y su acercamiento al modelo mental plasmado en la computadora, que corresponde al del programador.

· Las tareas para las que está preparada la computadora y cómo éstas se adaptan a las necesidades de sus usuarios.

· El diseño, centrado en las necesidades del usuario.

· El impacto que produce la presencia y el uso de computadoras en entornos sociales y laborales.

Considero conveniente presentar parte de un mapa conceptual que elaboró Marcos Mora[87] sobre la IPC:

86 Paul A. Booth. *An introduction to Human Computer Interaction*. Hilldale, Erlbaum, 1989, p. 3.

87 María del Carmen Marcos Mora. *Op. cit.* p. 33.

Esto resumiría, de alguna manera, la materia que conforma la interacción persona-computadora y justifica la inclusión de los fundamentos de psicología cognitiva contenidos en el capítulo anterior.

INTERFAZ DE USUARIO

Un aspecto que ha tenido que subsanarse para lograr la interacción, es la diferencia de lenguajes: el del humano y el de la computadora. ¿Cómo se pudo lograr esto? Creando un instrumento que rigiera el diálogo, un medio a través del cual el usuario tuviera acceso a los recursos de la computadora (aplicaciones), me refiero a la interfaz de usuario. Es una especie de gramática de interacción entre el hombre y la computadora.

La interfaz comprende elementos como imágenes (fijas y en movimiento), textos y sonidos que el usuario percibe visual

y auditivamente, y a través de los cuales recibe información del sistema; pero también se encuentran esas formas mediante las cuales una persona introduce datos al mismo sistema, como audios a través de un micrófono, el cursor manipulado por el mouse (ratón), con el cual pulsamos a botones o áreas sensibles de la pantalla, movimientos oculares (en el caso de software que analiza el movimiento de los ojos), etcétera, que también forman parte de la interfaz de usuario.

Como mencioné antes, la interfaz ha tenido una evolución notoriamente acelerada ya que en veinte años ha pasado de un estilo de interacción basado en lenguajes de comandos alfanuméricos como MS-DOS, hasta llegar a las interfaces de manipulación directa e incluso lo que se conoce como computación emocional "[…] capaz de captar y transmitir sentimientos en su relación con los usuarios".[88]

Este dispositivo que permite el intercambio o transferencia de información, logra su objetivo, siempre y cuando sea claro y conciso. Especialistas hablan, incluso, de que la interfaz debe ser un elemento que pase desapercibido por el usuario, es decir, que debido al adecuado diseño tanto de información como de interacción, no tenga que dedicar tiempo en entender la interfaz, sino que lo descubra llevando a cabo las tareas que quiere realizar, sin estar consciente del instrumento que le está ayudando a conseguirlo. Gui Bonsiepe, sostiene que "[…] el usuario ha aprendido el uso de un programa cuando éste se vuelve tan transparente que ya no tiene necesidad de 'pensar', o sea cuando el programa desaparece y el usuario puede ocuparse de la ejecución de la tarea que se propone realizar […]"[89]

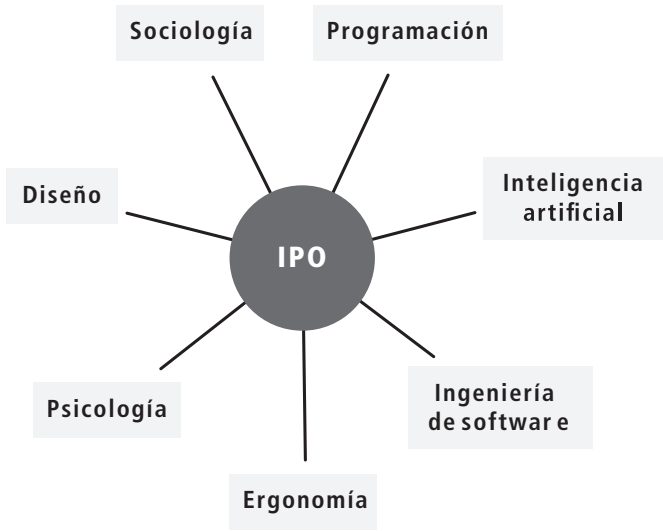
Aunque hay cierta controversia en que la interfaz ideal es la que prácticamente desaparece ante el usuario, permitiéndole centrarse en las tareas que realiza y no en cómo las está

[88] Rosalind W. Picard. *Affective Computing*. MIT Press, 1997, p. 93.

[89] Bonsiepe, Gui. *Del objeto a la interfaz. Mutaciones del diseño*. Milano, Feltrinelli, 1993, p. 52.

procesando el sistema, lo cierto es que una interfaz "fácil de usar", intuitiva y comprensible, distrae menos a la persona y permite que se concentre en sus objetivos.

Lorés *et al.*[90] presentan un esquema en que aparecen las principales disciplinas que pueden contribuir a un integral diseño de interfaces desde diferentes aspectos.



Hay muchas posibilidades de que una Interfaz de usuario sea eficaz, si su diseño es producto de la colaboración de un equipo multidisciplinario, porque se consideran detalles relacionados con todas estas áreas del conocimiento.

Interfaz gráfica de usuario

Mandel[91] enlista los elementos que, considera, conforman la interfaz gráfica de usuario (IGU), aunque también aclara que no necesariamente tienen que estar todos juntos.

[90] Jesús Lorés, *et al. Op. cit.* p. 12.

[91] Theo Mandel. *The elements of user interface design*. Nueva York, Wiley, 1997, p. 160.

- Pantalla de alta resolución
- Dispositivos de entrada
- Coherencia entre los distintos programas
- Visualización en pantalla de los objetos tal y como quedarían impresos
- Interacción objeto-acción en lugar de acción-objeto
- Posibilidad de transferir información entre programas
- Manipulación directa de la información que se muestra en pantalla
- Iconos y ventanas
- Retroalimentación visual de las acciones que ejecuta el usuario
- Representación visual de las acciones y modos que ejecutan el usuario y el sistema
- Controles gráficos que puedan ser seleccionados
- Posibilidad de que el usuario personalice la interfaz y las interacciones

Al momento de diseñar una interfaz de usuario, deben tomarse en cuenta factores culturales, físicos y sociales del entorno del usuario, ya que la idea es que el diseñador facilite al usuario la comprensión de un nuevo dominio, permitiéndole su manejo con los conocimientos previos asimilados. Se trata de que la interfaz sea un espacio común, un contexto compartido entre lo que Vélez Cea[92] llama agentes, es decir, el usuario y la computadora, para lograr entre ambos la interacción deseada.

Las metáforas empleadas en las interfaces han sido un instrumento importante que, precisamente, le ofrecen al usuario una representación que le sea familiar de un entorno, logrando así, ese punto de encuentro para la interacción.

[92] Manuel Vélez Cea. *Apuntes del Curso Interacción persona-ordenador: el diseño ergonómico*, correspondiente al programa de Doctorado Dibujo-Diseño y Nuevas Tecnologías. Facultad de Bellas Artes, Universidad de Granada, España, del 9 al 26 de enero de 2007.

Metáforas en la interfaz de usuario

Turbayne resalta la definición que hace Aristóteles de la metáfora: "La metáfora consiste en proporcionar a una cosa un nombre que pertenezca a otra cosa…".[93] Veremos si se aplica de la misma manera a una interfaz de usuario.

Como hemos visto a lo largo de este capítulo, las interfaces generan el contexto para que la interacción se desarrolle. Dentro de la Interacción Persona-Ordenador y precisamente para el diseño de interfaces, existe la técnica de la metáfora, que se basa en un principio muy simple pero de gran efectividad, que consiste en utilizar una representación del sistema a través de elementos visuales, organizacionales y funcionales que la persona identifica como parte de su vida real. De esta forma, se equipara la función de los elementos que componen la interfaz, con conceptos que le son familiares al usuario.

El hecho de presentar las interfaces de forma metafórica, repercute en su significado, ya que las hace comprensibles a través de las convenciones propias de la cultura, el lenguaje, la experiencia personal y el contexto en el que está inmerso el usuario.

Según Nietzsche, "Aristóteles, entonces estaba en lo correcto cuando dijo que ser muy hábil para crear metáforas consistía en ser particularmente perspicaz para observar semejanzas".[94] Por lo que el diseñador de la metáfora para la interfaz de usuario, debe tener ese talento de saber representar un entorno que resulte "cómodo" para el usuario, por sentir que no es ajeno a él, porque es semejante a algún aspecto de su realidad.

Suele decirse que las metáforas usadas en interfaces de usuario, son efectivas cuando el esfuerzo cognitivo es bajo, o sea, cuan-

[93] Collin Murray Turbayne. *El mito de la metáfora*. México, Fondo de Cultura Económica, 1974, p. 23.

[94] Friedrich Nietzsche. *Escritos sobre retórica*. Madrid, Trotta, 2000, p. 219.

do el usuario no tiene que invertir mucho tiempo en saber de qué se trata el sistema, sino que fácilmente lo comprende.

> "Las metáforas integradas en el diseño del interfaz de usuario pueden servir para un doble propósito: organizar y estructurar las tareas llevadas a cabo por el diseñador; y contribuir al aprendizaje del usuario. Esta integración permite aproximarnos cada vez más al modelo conceptual y de aprendizaje cognitivo del usuario."[95]

La implicación de la metáfora en el diseño de sistemas informáticos, se ha dado, sobre todo, para dar a entender qué es una computadora y cómo se interactúa con ella. Por ejemplo, el típico caso del escritorio cuyo concepto del espacio de trabajo de una computadora personal "se ve como" la superficie de un escritorio, con sus documentos encima, así como carpetas, archivos y un bote de basura a la mano. O los mismos procesadores de texto, como Word, que simulan una máquina de escribir. Como estas, actualmente se pueden encontrar multitud de expresiones metafóricas que se han integrado como herramientas para el entendimiento de sistemas informáticos y para lograr la interacción con ellos.

Marcos Mora define la metáfora como "…una forma fundamental de aprender y estructurar los sistemas conceptuales, y los modelos metafóricos son un mecanismo fundamental para codificar el conocimiento."[96]

[95] Hammond, N. y Allison, L. "The travel metaphor as a Design Principle and Training Aid for Navigating around Complex Systems". *People and Computers III*. Cambridge University Press. Gran Bretaña, 1987, p. 75-90.

[96] María del Carmen Marcos Mora, *Op. cit.* p. 136.

Affordances

Las interfaces bien proyectadas son fáciles de usar porque contienen indicios visibles de su funcionamiento que simplifican el reconocimiento por parte del usuario.Cuando se elabora una interfaz, el diseñador desea que los usuarios conozcan la función que van a desempeñar los distintos objetos que la conforman. A esta función de los objetos, se le conoce como *affordance*.

La *affordance* o comprensión intuitiva será un aspecto importante que relacionará los factores humanos con la capacidad de los elementos de la interfaz de transmitir la sensación de poderse utilizar adecuadamente. Según Norman, las *affordances* "…son las funciones de un objeto que el observador percibe directamente a partir de su imagen."[97]

Gibson[98], quien dio forma a este concepto en la década de los 70, escribió un capítulo completo sobre la teoría de las *affordances* donde afirma que es la propiedad que se puede percibir de un objeto que nos indica qué es lo que se puede hacer con él. La *affordance* sería el uso potencial de un objeto en su relación con el entorno.

A través de la *affordance* podríamos interactuar con un objeto sin necesidad de haberlo conocido con anterioridad. Tradicionalmente, para descubrir la funcionalidad de un objeto, tendríamos que reconocerlo y categorizarlo para así inferir su uso. Mediante las *affordances* no es necesario reconocer el objeto, sino su funcionalidad a través de su imagen.

Los objetos pueden transmitir instrucciones de cómo deben ser usados a través de sus formas, dimensiones, colores, texturas y materiales con los cuales han sido construidos. Esto

[97] Donald Norman. *The design of everyday things*. Nueva York, Doubleday, 1990, p. 181.

[98] James Jerome Gibson. *The ecological approach to visual perception*. Nueva York, LEA, 1986, p. 130.

hace que veamos con qué y cómo operar el objeto (como herramienta) para cumplir una tarea. Cuando una *affordance* es buena, las cosas funcionan como esperamos.

Huelves Zarco *et al.* mencionan que "Para diseñar incorporando las *affordances* a la arquitectura de un producto, el diseñador tiene que focalizar su actividad hacia la *funcionalidad* del objeto, así como en su *usabilidad*… Para la implementación de una *affordance* se articulan sus dimensiones funcionales, cognitivas y sensoriales".[99]

Además, Huelves *et al.*[100] hacen la diferencia entres tres tipos de *affordances*:

1. *Affordances* perceptibles: cuando existe la affordance y el objeto proporciona información de su existencia.
2. *Affordances* ocultas: cuando existe la affordance, pero no información de su existencia, lo que requiere que el usuario intuya su existencia.
3. *Affordances* falsas: cuando no existe la affordance pero existe información perceptible que indica su existencia, lo que establece una percepción errónea de lo que es posible hacer con el objeto.

Por otro lado Granollers señala los siguientes requisitos de las *affordances*:

Forma funcional: La correspondencia entre la forma del objeto y su función debe ser lo más transparente posible.

Visibilidad para el usuario: Elementos como los "links emergentes" que tan sólo aparecen cuando el usuario sitúa encima

99 Ángela María Huelves Zarco, *et al.* "Diseño para la usabilidad de productos". *Técnica Industrial*. Enero-febrero 2009, p. 47.

100 *Ídem*

de los mismos el puntero del ratón, no son aconsejables en la medida en que no hacen visible su función a primera vista.

Acción coherente: La acción que siga al accionamiento de un objeto debe ser coherente con su affordance para facilitar su aprendizaje y uso.

Relatividad del observador: Un problema de las affordances es que no suscitan la misma función a todo tipo de población.[101]

DISEÑO CENTRADO EN EL USUARIO

El diseño centrado en el usuario es una parte de la ingeniería de la usabilidad, que se ha relacionado mucho con el desarrollo de software.

Toni Granollers resalta que "… los sistemas interactivos son utilizados por usuarios, por lo que no podemos olvidarlos y relegarlos a la fase final de un proyecto—tras la instalación del producto— cuando ya poco puede hacerse en su beneficio. El diseño de sistemas interactivos implica realizar un diseño en el que el usuario pasa a ser el foco de atención y la implementación de las funcionalidades del sistema se implementan de acuerdo a las características de los mismos".[102]

David Travis, indica que "…la idea de 'diseño centrado en el usuario' propone que los diseñadores comprendan el contexto de uso: esto significa un profundo entendimiento del usuario, del entorno en el que se desarrolla el trabajo y las tareas de usuario. En contraste, considera que la expresión 'diseño centrado en el uso' sugiere que el diseñador sólo nece-

[101] Toni Granollers I Saltiveri. *Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad. MPIu+a.* Disponible en: http://griho2.udl.es/mpiua/diseno.htm#I

[102] Toni Granollers I Saltiveri. *Op.cit.* Disponible en: http://griho.udl.es/mpiua/mpiua/dcu.htm

sita concentrarse en las tareas de usuario, lo que hace parecer al usuario y al contexto como algo menos importante".[103]

Se entiende, entonces, que hablamos de un marco metodológico que se caracteriza por asumir que todo el proceso de diseño y desarrollo de un sistema debe estar conducido por el usuario, sus necesidades y objetivos. Si centramos el diseño en los usuarios y no en cuestiones tecnológicas o incluso en nuestro propio gusto, eso implica involucrar, desde el comienzo, al usuario tipo en el proceso de desarrollo: conocer su perfil, qué requieren del sistema, cómo reaccionan cuando interactúan en él y cuál es su experiencia de uso.

Rodríguez Gutiérrez enlista "diez principios del diseño centrado en el usuario:

1. El control de la situación debe estar en manos del usuario.
2. Planteamiento directo.
3. La consistencia es parte indispensable en el diseño.
4. Posibilitar la recuperación de los errores.
5. Retroalimentación apropiada por el sistema.
6. La estética.
7. El diseño debe caracterizarse por su simplicidad.
8. Hay que entender al usuario.
9. Renuncias en el diseño.
10. Cómo atender a los usuarios."[104]

[103] System-Concepts (http://www.system-concepts.com/)

[104] Marco Antonio Rodríguez Gutiérrez. *Contaminación visual en Internet o diseño de interfaz gráfica*. Director: Jorge Alberto Chuey Salazar. UNAM, Escuela Nacional de Artes Plásticas, México, 2007, pp. 85-87.

Ergonomía cognitiva en el diseño centrado en el usuario

"Los principios del Diseño Centrado en el usuario no son más que una reformulación de los principios más elementales de la Ergonomía Clásica…".[105] La filosofía del diseño centrado en el usuario procede de la Ergonomía Cognitiva. Esta disciplina proporciona recomendaciones para resolver problemas de usabilidad en el diseño de sistemas, especialmente su interfaz.

Las actividades de la Ergonomía Cognitiva en el DCU, en cuanto a tareas generales, consisten en involucrar al usuario, conociendo su relación con el sistema; también se ocupa de indagar cuáles son las funciones que realizará el sistema y las tareas que deben ejecutarse en él.

Y en cuanto a las fases del diseño en las que interviene la ergonomía cognitiva, Romero Medina[106] menciona las siguientes:

1. Intervención en el análisis preliminar o prediseño

   Donde se llevan a cabo las siguientes acciones:

   a) Análisis del usuario
   b) Análisis de funciones y tareas
   c) Análisis del ambiente
   d) Identificación de preferencias y requerimientos de los usuarios
   e) Aplicación de input a las especificaciones del sistema

Según Wickens *et al.*[107], se debe emplear una metodología en el análisis preliminar y propone la siguiente:

[105] *Ibídem*. p. 83.

[106] Agustín Romero Medina. *Ergonomía*. Asignatura optativa 5º curso licenciatura en Psicología. SUMA Campus Virtual. Disponible en http://www.um.es/docencia/

[107] Christopher D. Wickens, *et al.* *An introduction to human factors engineering*. Longman, Nueva York. 1998, p. 185.

a) Entrevistar a usuarios diversos del sistema
b) Hacer un *focus group* de 6 a 10 usuarios
c) Observar a los usuarios con video para posterior análisis
d) Obtener información con encuestas y cuestionarios

2. Intervención en el diseño conceptual y técnico

   Donde se efectúa:

   a) Análisis funcional
   b) Análisis de tareas
   c) Análisis del diseño de la interfaz
   d) Primera evaluación de usabilidad

3. Intervención en la fase de test y evaluación final

   Donde el especialista en Ergonomía Cognitiva prueba cualquier aspecto del sistema que afecte al rendimiento, la seguridad y la satisfacción de uso.

Como podemos ver, el Diseño Centrado en el Usuario consiste en diseñar por y para el usuario, lo cual tiene sentido si recordamos que el diseño de interfaz de usuario, va dirigido, precisamente, al usuario de un sistema.

Usabilidad

Sin indagar mucho, se entiende que este término se refiere a la facilidad y buena experiencia de uso, pero ha sido confundido con las expresiones "user friendly" (amigable) y accesibilidad. Sin embargo, es una palabra que designa una propiedad específica en un objeto diseñado; en este caso, en las interfaces de usuario. Es definido por la Organización Internacional para la Estandarización en la norma ISO 9241-11 como "la medida en la que un producto se puede usar por determinados

usuarios para conseguir objetivos específicos con efectividad, eficiencia y satisfacción en un contexto de uso especificado".[108]

En la misma línea la norma ISO/IEC 9126-1 destaca la importancia de la usabilidad como un parámetro de calidad del software al incluirla entre las seis características de primer orden para el modelo de calidad externa e interna del software. Funcionalidad, fiabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad son las otras cinco.[109]

En el diseño de interfaces de usuario es necesario garantizar un acceso efectivo al contenido del sistema, para que sean más fáciles de aprender y de usar.Preece et. al. definen usabilidad como "…una medida de la facilidad de aprendizaje y de uso de un sistema, de su seguridad, efectividad y eficiencia, y de la actitud de los usuarios hacia él".[110]

García Gómez propone que "…podríamos clasificar las definiciones de usabilidad en varios grupos, dependiendo de su objeto de aplicación: a) productos genéricos, indeterminados, cosas y objetos, b) programas de ordenador; y c) sitios web."[111]

El mismo autor afirma que la usabilidad se basa en cuatro principios:

· Respeto general a los estándares de la web: Los enlaces de color azul subrayado y los ya visitados de color morado; texto negro sobre fondo blanco; imágenes con texto alternativo; el

[108] International Standard (1998) ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability.

[109] International Standard (2001). ISO/IEC 9126-1. Software engineering —Product quality— Part 1: Quality model.

[110] Jenny Preece, *et al. A guide to usability: human factors in computing*. Addison-Wesley, 1993, p. 55.

[111] Juan Carlos García Gómez. "Usabilidad de las páginas de inicio de los diarios digitales españoles". *Scire: representación y organización del conocimiento*. 10:2, jul.-dic. 2004, Universidad de Zaragoza, p. 126.

usuario puede modificar el tamaño del texto en su navegador para leerlo mejor, etc.

· Ergonomía cognitiva y usos comunes en Internet: Acostumbramos a leer de izquierda a derecha y de arriba abajo; entendemos mejor las cosas si se las llama por su nombre más común; el logotipo suele estar arriba a la izquierda; la navegación se suele basar en colocar los ítems en un rail izquierdo, fichas superiores o categorías centrales; el buscador tiende a figurar arriba y a la derecha; la ayuda aparece arriba a la derecha, etc.

· Aspectos físicos de la legibilidad y percepción en una pantalla: En los textos largos, se leen mejor las fuentes sans-serif que las serif; el contraste entre texto y fondo influye en la legibilidad (negro sobre blanco, amarillo sobre negro…); los tipos de la letra demasiado pequeños se ven y leen mal, etc.

· Rotulación y ayudas a la navegación: Dada la naturaleza hipertextual del web y, por tanto, la facilidad para pasar inmediatamente de un lugar a otro, se hacen necesarias determinadas ayudas a la navegación, que permitan ubicar al usuario dentro de la estructura de contenidos del web e identificar visualmente la permanencia o no dentro de la misma interfaz de trabajo.[112]

La usabilidad no es la panacea, se trata de una técnica más, cuya aportación positiva depende de encontrar un marco adecuado para su aplicación. No es una técnica de diseño de interfaces o sistemas, se trata, más bien, de un conjunto de técnicas de evaluación y, como tales, ofrecen un conjunto de resultados que permiten extraer conclusiones.

[112] Juan Carlos García Gómez, *Op. cit.*, p. 127.

Accesibilidad

Este es concepto con una estrecha relación al de usabilidad. Ya no se refiere a la facilidad de uso, sino a la posibilidad de acceso, es decir, a que el diseño posibilite el acceso a todos sus usuarios potenciales, sin excluir a quienes tengan limitaciones individuales como alguna discapacidad, falta de dominio del idioma, o bien, limitaciones derivadas del contexto de acceso como el software y hardware empleado para acceder, ancho de banda de la conexión empleada, etcétera.

Cuando la audiencia para la que se diseña es muy amplia y presenta necesidades de acceso muy diferentes, normalmente se hace necesaria la puesta a disposición de varias versiones del diseño o un diseño adaptable, como son las conocidas "versiones solo texto" o versiones en varios idiomas.

Montero *et al.*, definen la accesibilidad como "…la posibilidad de que un producto o servicio web pueda ser accedido y usado por el mayor número posible de personas, indiferentemente de las limitaciones propias del individuo o de las derivadas del contexto de uso".[113] Continúan diciendo que "Además de las limitaciones propias del individuo, existen otras derivadas del contexto de uso y del dispositivo de acceso empleado (hardware y/o software). Lo más interesante de este hecho, es el paralelismo existente entre limitaciones, ya que aún teniendo diferente origen suponen barreras similares en el acceso a la información. Por ejemplo, comparten el mismo problema de visualización aquellos usuarios con visión reducida, como aquellos que, sin padecer discapacidad visual, utilicen pantallas pequeñas o accedan desde entornos llenos de humo".[114]

113 Yusef Hassan Montero y Francisco J. Martín Fernández. "Qué es la Accesibilidad Web". *No sólo usabilidad*. No. 2, 2003. Disponible en: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/accesibilidad.htm, ISSN 1886-859287

114 *Ídem*

Por su parte Rodríguez Gutiérrez[115], afirma que la accesibilidad en las páginas web, por ejemplo, depende de la interacción de tres elementos:

- Accesibilidad al ordenador (programas y equipos físicos de acceso).
- Accesibilidad del navegador utilizado.
- Accesibilidad del diseño de las páginas web (contenido, estructuración y maquetación).

Arquitectura de la información

La usabilidad de la aplicación depende no sólo del diseño del interfaz, sino también de su arquitectura —estructura y organización—, en otras palabras, del componente no visible del diseño.

Folmer y Bosch[116] estudian este hecho en aplicaciones software concluyendo que el diseño a nivel de arquitectura tiene una gran influencia en la usabilidad del sistema.

Toub[117] define la arquitectura de la información como el arte y la ciencia de organizar espacios de información con el fin de ayudar a los usuarios a satisfacer sus necesidades de información.

Hay dos aspectos de la arquitectura de la información que vale la pena resaltar:

115 Marco Antonio Rodríguez Gutiérrez, *Op. cit.* p. 83.

116 Eelke Folmer y Jan Bosch. "Architecting for usability: a survey". *Journal of Systems and Software*. Febrero 2004, v. 70, n. 1-2. pp. 61-78.

117 Steve Toub. *Evaluating Information Architecture: A Practical Guide to Assessing Web Site Organization*. ARGUS Associates, 2000, p. 2. Disponible en: http://argus-acia.com/white_papers/evaluating_ia.html

- La Recuperación de la Información. El objetivo principal de definir una correcta arquitectura de información es facilitar al usuario la recuperación de información. Esto se consigue, por un lado, posibilitando que el usuario pueda encontrar información —diseño y definición de índices, clasificaciones, taxonomías y sistemas de recuperación de información o sistemas de búsqueda en el sitio web— y, por otro lado, posibilitando que cada elemento de información pueda ser encontrado —descripción a través de metadatos y optimización del sitio para buscadores. Este segundo caso es lo que se denomina "findability", "encontrabilidad" o visibilidad.

- El diseño a nivel conceptual. Las técnicas propias de la arquitectura de la información, dentro del ciclo de vida del desarrollo del sitio, se ubican en fases de diseño conceptual. En cambio, las fases de diseño visual están emplean técnicas de Ingeniería de la Usabilidad, Diseño de Interfaces y Diseño de Información.

El diseñador de interfaces de usuario está obligado a entender cómo se da la interacción entre una persona y una computadora y cómo diversos factores como los psicológicos, ergonómicos y organizativos influyen en que dicha interacción sea efectiva, eficiente y útil.

En el siguiente capítulo explicaré cómo un diseño de interfaz de usuario puede incluir aspectos ergonómicos cognitivos.

Capítulo III
EL DISEÑO ERGONÓMICO DE LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO

Ahora corresponde presentar la relación que tiene la perspectiva ergonómica y cognitiva que estudié y presenté en la primera parte de esta investigación, con el diseño de interfaces gráficas de usuario de un sistema interactivo.

Partiremos de la importancia que tiene la comunicación visual en la interacción entre un usuario y una computadora. La interfaz a través de la cual se ingresa a un sistema se percibe visualmente (y auditivamente, en muchos de los casos); se ven, a través de la pantalla, una serie de elementos que son "la cara" del sistema informático al cual intentamos acceder. Esta cara, en realidad, debe ser un escenario de comunicación que no tenga sólo elementos acumulados, sino que sean, en primera instancia, bien elegidos y posteriormente, integrados adecuadamente para que el usuario del sistema haga una lectura rápida y directa de ellos, evitando problemas de interpretación.

Como en el diseño de otros soportes, el comunicador o diseñador gráfico ha de proponer la organización de dichos elementos en pantalla, transcribiendo una idea conceptual al lenguaje gráfico con el objetivo concreto de que el usuario comprenda el funcionamiento del sistema. La tesis que estoy proponiendo es que además de los principios de diseño bajo los que un diseñador fundamenta su labor creativa, se tome en cuenta el sistema cognitivo humano para el diseño de interfaces gráficas de usuario, ya que la interacción que se da entre una persona y una computadora opera, sobre todo, en el plano cognitivo.

Recapitulemos lo que abordé en el primer capítulo de este documento. El funcionamiento cognitivo humano involucra, a grandes rasgos, los siguientes fenómenos psicológicos:

1. Atención/percepción: donde el individuo recoge la información del medio, identificándola y seleccionando la que ha de procesar.

2. Memoria/conceptualización: donde el individuo organiza y estructura la información para su retención y posterior utilización.

3. Pensamiento/razonamiento: donde el individuo comprende (interpreta) el significado de la información que percibió y mantuvo almacenada.

4. Toma de decisiones/pragmática: donde el usuario aplica el conocimiento para orientar su comportamiento.

En virtud de lo anterior, fundamento la propuesta de considerar una perspectiva ergonómica cognitiva como marco de referencia para el diseño de interfaces de usuario de sistemas interactivos, dado que adquiere relevancia el hecho de poder predecir algún tipo de efecto positivo o negativo que podría provocar la interfaz de una aplicación, en el usuario, gracias a que se previeron estos factores psicológicos y no se corre el riesgo de descubrir contratiempos ya cuando fuera demasiado tarde.

> "Es pues el diseñador quien debe hacer intervenciones en el mundo de los sentidos, forzando al receptor a ver esto o aquello, tanto en imágenes como en objetos, para que contribuyan a su configuración y aceptación, teniendo, necesariamente, que adaptarse a las características psicoperceptivas del usuario, para que conformen entornos que den respuestas desde los principios ergonómicos."[118]

La cita anterior es parte de la justificación que el Dr. Vélez ha expuesto en su esfuerzo por incorporar el estudio de la ergo-

[118] Roberto Aparici y Agustín García-Matilla. *Lectura de Imágenes*. 3ª ed., Madrid, Ediciones de la Torre. Proyecto didáctico Quirón, 1998, p. 11.

nomía cognitiva en el área del diseño, comunicación gráfica y artes visuales. Y se trata, simplemente, de una reflexión sobre la realidad de un creativo; aunque nosotros mismos ignoramos a veces, esa necesidad de entender el comportamiento del grupo de gente a quien va dirigido nuestro trabajo.

Para efectos de ir explicando la aplicación de la ergonomía cognitiva en el diseño de interfaces de usuario, consideré adecuado retomar la propuesta que hace Zaccagnini[119] quien menciona que todo este fenómeno de la Interacción Persona Computadora se puede dividir conceptualmente en tres niveles diferentes: nivel físico, nivel comunicativo y nivel funcional; para ir mencionando, con cierto orden, dónde y en qué momento se necesita considerar la perspectiva ergonómica cognitiva que sugiere este proyecto de investigación.

CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS COGNITIVAS APLICADAS EN EL NIVEL FÍSICO DE LA IPC

Esta parte física es la que corresponde propiamente al hardware, o como señala Zaccagnini, al "entorno material en que se produce la interacción entre el usuario y el sistema."[120]

Es un nivel en el que las consideraciones ergonómicas son más de tipo antropométrico y fisiológico, que cognitivo, ya que el principal objetivo aquí, es procurar una accesibilidad física adecuada, con el mínimo esfuerzo. En todo caso, si hay una intervención de la ergonomía cognitiva es para evitar que el usuario padezca stress emocional al realizar una tarea a través de dicho entorno material, causado, por ejemplo, por la fatiga que produciría la incomodidad física o visual por un deficiente diseño del hardware.

[119] José Luis Zaccagnini Sancho y Pablo Adarraga Morales. *Psicología e Inteligencia Artificial*. Madrid, Trotta, 1994, p. 252.

[120] *Ibídem*. p. 253.

CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS COGNITIVAS APLICADAS EN EL NIVEL COMUNICATIVO DE LA IPC

En este nivel, la consideración de aspectos cognitivos es fundamental, debido a que se trata del lenguaje que permitirá el intercambio de información entre el sistema y el usuario. Este lenguaje tendrá que tomar en cuenta los elementos y reglas sintácticos que integrarán la interfaz, así como el significado que se le asignará a los elementos anteriores, con base a la asociación de sucesos que ocurrirán en el sistema. Finalmente, habrá que considerar, para este nivel comunicativo, que el lenguaje permita también una fácil navegación por los niveles de información del sistema.

Para efectos de la elección de los elementos distribuidos en la pantalla, el diseñador debe considerar los ya estudiados procesos de percepción, atención y memoria, para lograr una óptima legibilidad de la interfaz y su contenido. Zaccagnini[121] sugiere prestar atención a lo siguiente:

- Tipo y tamaño de las letras/símbolos.
- Convenciones representacionales.
- Uso de colores y luminosidad.
- Cantidad/densidad de información por pantalla.
- Tipo/movimiento del cursor.
- Consistencia inter e intra pantallas (continuidad).

En este tipo de proyectos –el diseño de interfaces de usuario–, para el comunicador y el diseñador gráfico, la estética y la función no son sus únicos objetivos, ahora, su participación en el diseño digital contempla, además, aspectos como la automatización, la realidad virtual, la integración de medios y, sobre todo, que el soporte de su trabajo es una pantalla con una resolución específica que exige una adecuación de la

[121] *Ibídem*. p. 255.

composición tradicional a un formato preferentemente horizontal, y con una luminosidad que por default da la pantalla y que influye en la percepción del usuario.

Las adaptaciones que el comunicador y al diseñador han tenido que hacer en su quehacer profesional, se aplican desde la diagramación de la página, hasta los recursos visuales como la tipografía, el color y la imagen, así como a la forma en que se organiza y se presenta la información.

Diagramación

La diagramación de la interfaz de usuario de un sistema interactivo es algo muy peculiar, y es que estamos hablando de un medio distinto de comunicación, más dinámico, definitivamente. No vamos a transportar "retículas en papel" a un soporte digital como es la pantalla de una computadora. De inicio, hemos visto que ya el formato horizontal de este soporte da unas pautas específicas para el diseño, como el manejo del texto en bloques con determinado ancho de caja o su distribución en columnas para su mejor lectura; o la consigna de que la disposición de los elementos en pantalla debe tener cierta consistencia en cada nivel de información del sistema para que no se pierda la continuidad visual y funcional del proyecto y el usuario no se desoriente.

Otro aspecto por considerar es que el diseñador no sabe, generalmente, cuál será la dimensión de la ventana en la cual el usuario observará el contenido de un sistema. La variedad que hay de dimensiones de pantalla nos obliga a concebir una retícula flexible, en lugar de una con precisión matemática de las que estamos acostumbrados a generar en un software de diseño editorial. Recordemos que los formatos de pantalla, pueden ser los siguientes:

FORMATOS DE PANTALLA EN PIXELES
640 × 480
800 × 600
1024 × 768

Sólo conocemos con precisión el vértice superior izquierdo y disponemos de las opciones de centrar, marginar a la izquierda o a la derecha. Y luego, de espaciar más o menos los párrafos. Para las columnas, se pueden usar tablas, con o sin bordes visibles.

Eso sí, aspectos como la continuidad, la identificación y la orientación son temas que no debemos olvidar al momento de diseñar la maquetación de una interfaz de usuario, por muy flexible que ésta sea.

Y ¿qué aspectos de la ergonomía cognitiva debemos considerar en la distribución de los elementos que conformarán una interfaz de usuario, dentro de la retícula que generamos? Empecemos por conocer la cantidad de elementos recomendables en una interfaz.

Recordemos que poseemos ciertas limitaciones con respecto a nuestra memoria, sobre todo, refiriéndonos a la memoria de corto plazo, por lo tanto, si presentamos a un usuario una cantidad excesiva de elementos y/o mensajes distintos al mismo tiempo, él no podrá retenerlos todos cuando haga su primera lectura de la interfaz, se sentirá saturado de información y posiblemente sentirá el deseo de finalizar la tarea, abandonando la exploración del sistema, por lo que es más recomendable, desde el punto de vista cognitivo, "…presentar dicha información en unidades limitadas y operaciones cortas, más que en grandes grupos informativos."[122]

[122] José Juan Cañas Delgado. *Op.cit.*

Incluyo dos clasificaciones de retículas que hace Veruschka Götz. Por un lado:

> La retícula lineal incluye una barra de navegación como elemento estándar. Lo único que varía es la información seleccionada, precisamente el elemento más interesante de un sitio web.
>
> Retículas fluidas: una estructura fluida no siempre es sinónimo de falta de estructura. Las constantes de una retícula pueden asociarse a un sistema de códigos de color y elementos repetitivos que ejecuten siempre la misma función y, con ello, creen una unidad funcional y estética.
>
> Retícula de varios niveles: sobre una misma estructura básica, los elementos del apartado de navegación y de información se modifican en función del modo de interactuar del usuario.[123]

Y por otro, señala que debido a las diferencias existentes entre un soporte impreso y uno digital, es necesaria una ampliación de la retícula clásica que englobe algunos parámetros adicionales requeridos para la estructuración de una interfaz de usuario, y plantea las siguientes modalidades:

> Retícula funcional y jerárquica
> Guía para disponer y codificar los elementos funcionales, como son las barras de navegación y las bandas localizadoras.
>
> Retícula cromática
> Codificación de las funciones y zonas por colores.
>
> Retícula de sonido
> Definición de la respuesta sonora a las distintas interacciones del usuario.

[123] Veruschka Götz. *Retículas para Internet y otros soportes digitales*. Barcelona, Index Book, 2002, p. 15.

Retícula de movimiento y tiempo
Pauta de acción y velocidad de los objetos móviles.

Retícula de referencias
Imágenes fijas con texto e ilustración cuyos ajustes no puede modificar el usuario.

Retícula visual
Carácter inamovible de la presentación de un sitio web.[124]

El diseño ergonómico de retículas para interfaces de usuario debe resultar en una composición unificada y con puntos estratégicos de fuerza visual, que sea la base para la organización de la información de manera que el proyecto interactivo sea funcional y de fácil navegación.

Elección de tipografía

En soportes digitales como en soportes impresos, la elección y uso de la tipografía como elemento componente de la interfaz de usuario, debe realizarse cuidadosamente y después de un estudio analítico y minucioso. Las características tipográficas de los textos y su efecto sobre la atención y la percepción de los usuarios de sistemas interactivos, han sido objeto de investigación dentro de la ergonomía. Se ha visto que permiten reforzar la estructura lógica de los contenidos, lo cual influye en una mejor comprensión, orientación y navegación, así como en los procesos de percepción, más concretamente, sobre la legibilidad de los textos.[125]

[124] *Ibídem*. p. 74.

[125] Michael Bernanrd. "Constructing User-Centered Websites: The Early Design Phases of Small to Medium Sites", *Usability News*, 2000, Vol. 2, No.1. Disponible en http://wsupsy.psy.twsu.edu/surl/usabilitynews/2W/webdesign.htm

Los caracteres tipográficos son un recurso de comunicación sumamente importante, no sólo por el significado que pudiera tener cada palabra que formara parte del cuerpo de información del proyecto interactivo, sino por el efecto visual y simbolismo que puede tener un solo caracter, dentro de la interfaz.

Debido a esta importancia retomo algunas recomendaciones con respecto a las características que debe tener la tipografía que forma parte de una interfaz de usuario. No intento presentar un manual de tipografía o diseño editorial, sino mostrar aspectos relevantes de la composición tipográfica en una interfaz de usuario.

Generalmente, las pantalla de un sistema interactivo están conformada por encabezados, menús, ventanas y botones que son o contienen texto, por lo que la elección del mismo, debe ser cuidadosa y bien fundamentada, ya que determina si existe o no legibilidad en la información textual. Este atributo se logra tomando en cuenta aspectos como el tipo, el color y el tamaño de los caracteres. De igual manera, es fundamental controlar la cantidad de texto presentado en una sola pantalla.

Götz afirma que "…el diseñador debe poseer conocimientos sobre el significado semántico de las distintas familias tipográficas, para poder elegir la más apropiada a cada fin"[126], y hace las siguientes recomendaciones[127] para el uso de tipografía en pantalla:

- Uso de Helvética y Times para Mac.
- Uso de Arial y Times New Roman para PC.
- Grosor de línea "redonda" o "negrita".
- Cuerpo de 10 a 12 puntos.
- Evaluar el efecto de una tipografía sobre fondos diferentes.

[126] Veruschka Götz, *Op. cit.* p. 20. [127] *Ibídem*. p. 58.

- El interletraje del texto en estilo supernegra y cursiva debe espaciarse ligeramente.
- Evitar aplicar efectos de suavizado el texto en cuerpos de letra pequeños.

La razón por la cual en una interfaz es más óptimo el uso de una tipografía sin serifas o remates, es porque el trazo se vuelve más lineal y el efecto en pantalla es más nítido. También es importante considerar la relación entre el grueso de sus trazos y la altura de los mismos. Mercado Segoviano[128] propone que dicha relación sea de 3 (alto) x 2 (ancho).

Vélez[129] sugiere la siguiente tabla de relación Altura/Anchura, basada en la recomendación de Mercado Segoviano.

ALTURA × ANCHURA	
EN LETRAS NEGRAS SOBRE FONDO BLANCO	1 × 6
EN LETRAS BLANCAS SOBRE FONDO NEGRO	1 × 8
CON LETRAS LUMINOSAS	1 × 6
EN LETRAS ILUMINADAS SOBRE NEGRO	1 × 3
EL ESPACIO MÍNIMO ENTRE CARACTERES	LA ANCHURA DE UN TRAZO
EL ESPACIO MÍNIMO ENTRE PALABRAS	LA ANCHURA DE UN CARACTER

En cuanto al interletraje, éste debe ser proporcional al tamaño de la letra, ya que si es muy cerrado y los tipos son pequeños, da la sensación visual de que se enciman unos con otros y si, por el contrario, el espacio es muy abierto, puede llegar a

128 J. L. Mercado Segoviano. "Elementos de ergonomía y diseño ambiental". *Cursos profesionales de técnicos superiores en diseño de interiores*. Escuela de Artes Decorativas de Madrid, Madrid, 1988.

129 Manuel Vélez Cea. *Apuntes del Curso Interacción persona-ordenador: el diseño ergonómico*.

dificultar la asociación de letras y palabras. El estilo de la tipografía (negrita, cursiva, etc.) definirá también este espacio.

En cuanto a la interlínea, hay parámetros específicos para la visualización en pantalla y todo tiene que ver, una vez más, con la luminosidad de este soporte. El interlineado se dará en relación al ancho de la caja: entre más largas sean las líneas que conforman un párrafo –se recomiendan que no lo sean tanto–, más abierto será el espacio entre ellas. Y al igual que en el caso del espacio entre caracteres, el espacio entre líneas será influido por el estilo de la letra.

Para decidir la cantidad de texto que formará parte de una interfaz de usuario, hay que tomar en cuenta que la lectura en la pantalla de una computadora reduce la velocidad habitual respecto a la lectura sobre papel. El usuario suele hacer un barrido visual rápido, descartando mensajes introductorios y atendiendo sólo a los elementos que más atraen su atención. Bajo el mismo criterio, otro error que hay que evitar es el uso del scroll; lo recomendable es que la información se despliegue en el espacio que le corresponda dentro de la diagramación, dentro de la misma pantalla.

Algo que quiero resaltar es que he encontrado ciertos límites al momento de diseñar la composición de una interfaz de usuario, sobre todo en esta parte del arreglo tipográfico, debido a que la formación se va haciendo a través de la programación (html) y no mediante un programa de diseño editorial –a menos que los bloques de texto se inserten como imagen– por lo que no se obtiene el mismo resultado que si se aplicara un cálculo tipográfico y la precisión que implica en el control de viudas, callejones o líneas huérfanas.

Elección del color

Julio Lillo determina que “El color es una respuesta perceptiva que el sistema visual da al detectar desequilibrios energé-

ticos".[130] El color puede ser utilizado con diversos objetivos en una interfaz, entre ellos destacan:

- Facilitar la percepción de objetos o formas.
- Llamar la atención sobre determinados contenidos u objetos.
- Reforzar la estructura de los contenidos para facilitar la atención selectiva y voluntaria.
- Provocar determinadas respuestas emocionales.
- Aumentar la motivación de uso.

La mala elección y uso del color en el diseño de interfaces de usuario puede tener inconvenientes: provocar confusión en el usuario, reducir la legibilidad de los textos, producir que las líneas que delimitan las formas sean borrosas, provocar un incremento del cansancio de la vista o, sencillamente, resultar desmotivador.[131]

Se han generado múltiples pautas para usar el color, no sólo relacionadas con aspectos neurofisiológicos de la visión, sino también con otros factores tales como las distintas significaciones y emociones asociadas a los colores.

La asociación entre colores y significados genéricos se debe realizar considerando las tres variables de color independientes: tono, saturación y luminosidad. El tono puede ser considerado como una magnitud cualitativa, mientras que la luminosidad y la saturación son magnitudes cuantitativas.

130 Julio Lillo Jover. *Ergonomía, evaluación y diseño del entorno visual*. Madrid, Alianza, p. 104.

131 Peggy Wright, *et. al.* "Techniques & Tools for Using Color In Computer Interface Design". *ACM Crossroads Student Magazine*, 2001. Disponible en http://www.acm.org/crossroads/xrds3-3/color.html

José Fábregas presenta la siguiente tabla[132] sobre estas variables de color y las sensaciones que pueden emitir.

	VARIABLE	
TONO	CÁLIDO	ACTIVIDAD / COMEDIA / PLACER / RECREACIÓN / COLOR / EXCITACIÓN
	FRÍO	DISTANCIA / TRAGEDIA / ELEGANCIA / ESTATUS / EFICIENCIA / TRABAJO / CALMA
SATURACIÓN	BAJA	PASIVIDAD / SUAVIDAD / TERNURA / POTENCIA
	ALTA	EMOCIÓN / TENSIÓN / DRAMA / ELEGANCIA
LUMINOSIDAD	BAJA	EMOCIÓN / TENSIÓN / DRAMA / POTENCIA / CALMA
	ALTA	CALOR / ACCIÓN / CÓMICO / FELICIDAD / OSTENTACIÓN

Sin embargo, más que hablar de una asociación automática entre colores y significados, considero que se trata de tendencias que, junto con otros factores, pueden provocar en el usuario determinadas predisposiciones o expectativas. La connotación que se dé a un color dependerá del usuario, porque puede variar significativamente de una población a otra, aunque creo que la utilización sistemática de códigos de color en la comunicación cotidiana, ha llevado a que se establezcan connotaciones de colores en determinadas situaciones.

Tanto Schaeffer y Bateman[133] como Murch[134] tienen en cuenta aspectos psicológicos del usuario en lo que se refiere a factores perceptivos, pero también cognitivos o afectivos. En sus textos podemos leer, entre otras cosas, que cuando hablamos

133 R.S. Schaeffer y W. Bateman. "So many colors, so many choices: The use of color in instructional multimedia products". *Proceedings of selected research and development presentations at the 1996 national convention of the Association for Educational Communications and Technology*. Indianapolis.

134 http://www.usask.ca/education/coursework/skaalid/page/scrndsgn/murch.htm

del rol emocional del color nos estamos refiriendo a la manera como podemos utilizarlo para generar motivación o un determinado estado de ánimo.

En cambio, cuando hablamos del uso estructural del color, nos referimos a que podemos asignar colores a las diferentes categorías de objetos de una interfaz: los ítems de los menús en un color, las instrucciones en otro y los mensajes de error en uno distinto. También, y como ya lo mencionamos, puede utilizarse el color como recurso para llamar la atención.

Murch[135] propone diez reglas a seguir en cuestión del uso del color:

- Evita el despliegue simultáneo de colores espectralmente extremos que estén altamente saturados.
- El color azul puro deberá de ser descartado para el texto, líneas delgadas y figuras pequeñas.
- Evita colores adyacentes que se diferencien sólo por la cantidad de azul que contienen.
- Los usuarios de edad avanzada necesitan niveles más altos de brillo para distinguir los colores.
- Los colores cambian de apariencia a medida que el nivel de luz ambiental cambia.
- La magnitud de un cambio detectable en el color varía a través del espectro.
- Es difícil enfocar hacia las orillas creadas solamente por el color.
- Evita utilizar el rojo y el verde en la periferia de despliegues a gran escala.

135 Gerald M. Murch. "Physiological Principles for the Effective Use of Color". IEEE Computer Graphics and Applications. Nov. 1984, Vol. 4, p. 49-54. Disponible en: http://www.computer.org/portal/web/cga/home

- Los colores opuestos se ven bien juntos.
- Para los observadores que tienen deficiencias del color (ciegos al color), evitar hacer distinciones de un solo color.

Marcus[136], por su parte, sugiere diseñar la interfaz primero en blanco y negro. Afirma que si se tiene una buena interfaz en blanco y negro y se le aplica color de una manera constructiva, se obtiene una mejor interfaz. Propone, además, lo siguiente:

- Utiliza el color azul para el fondo.
- Utiliza la secuencia de color espectral (rojo, anaranjado, amarillo, verde, azul, índigo y violeta).
- Mantén pequeño el número de colores.
- Evita usar colores adyacentes que difieren solamente en la cantidad de azules puros.
- Utiliza colores brillantes para indicar peligro o para llamar la atención del usuario.

Para finalizar este apartado presento la siguiente tabla de combinaciones de color que han propuesto Brown y Cunningham[137]

COMBINACIONES PARA INTERFACES DE USUARIO CON DESPLIEGUES GRÁFICOS		
FONDO	**MEJORES COLORES**	**PEORES COLORES**
Blanco	Negro, Azul	Cyan, Amarillo
Negro	Amarillo, Blanco	Azul
Rojo	Negro	Azul, Magenta
Verde	Negro, Rojo	Cyan
Azul	Rojo, Blanco, Amarillo	Negro
Cyan	Azul, Rojo	Verde, Blanco, Amarillo
Amarillo	Negro, Azul, Rojo	Cyan, Blanco

136 Aaron Marcus. "Designing Graphical User Interfaces". *Unix World*, Octubre 1990, p. 135-138.

137 Judith R. Brown y Steve Cunningham. *Programming the User Interface: Principles and Examples*. Nueva York, John Wiley and Sons, Inc., 1989, 371p.

Imagen fija y en movimiento como parte de la interfaz de usuario

Las imágenes son un recurso visual que puede producir un modo superior de comprensión frente al lenguaje verbal, facilitando la adquisición de conocimientos y el diálogo con el sistema interactivo al cual un usuario está accediendo.

Cada imagen que conforme la interfaz de usuario debe ser elegida con base a su expresividad y a su potencial nivel comunicativo, ya que influirá en el receptor a nivel emotivo y cognitivo. Se trata de la búsqueda de imágenes que se adecuen a la transmisión de un contenido determinado.

Las imágenes pueden ser fijas o en movimiento (animaciones) y los archivos de imagen más utilizados en Internet los menciono a continuación, haciendo una descripción breve y mencionando las ventajas y desventajas que implica el uso de cada uno de ellos.

FORMATOS GRÁFICOS PARA INTERNET[138]

JPG o JPEG	GIF	PNG
(Joint of Photographic Experts Group) Es el formato más común para comprimir imágenes con relativamente poca pérdida de calidad y bajo peso, generalmente usado en imágenes fotográficas. El formato JPEG admite millones de colores (24 bits). JPEG es el formato óptimo para fotografías digitalizadas, imágenes que utilizan texturas, imágenes con transiciones de color en degradado o cualquier imagen que requiera más	**(Graphic Interchange Format)** Creado por CompuServe hace casi 20 años. Utiliza compresión de un máximo de 8 bits (256 colores), por lo tanto se reduce considerablemente la calidad si se trata de imágenes de color verdadero (24 bits o más) como fotografías o degradados complejos. El formato GIF calcula la cantidad de colores mediante una fórmula que permite paletas de 2, 4, 8, 16, 32, 64, 128 y 256 colores, lo que nos da una	**(Portable Networks Graphic)** Es un formato gráfico que está basado en un algoritmo de compresión sin pérdidas, y fue desarrollado para resolver las deficiencias del GIF, principalmente en cuanto a profundidad de color. Cabe destacar que Fireworks nació con el formato nativo de PNG, pero un archivo de Fireworks no es lo mismo que una imagen PNG. Los archivos fuente de Fireworks incluyen una cantidad de información adicional, como los gráficos

[138] Apuntes del curso sobre Formatos Gráficos, de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, de la UNAM.

de 256 colores.
Se recomienda únicamente para imágenes fotográficas con muchos colores y detalles.

Ventajas:
Soporta millones de colores a un peso relativamente bajo.

Ampliamente soportado en todos los navegadores y plataformas.

Desventajas:
No soporta transparencias.

El formato no es libre.

amplia gama de posibilidades a la hora de optimizar gráficos sencillos, además soporta las transparencias de 1 bit, es decir, que un pixel puede tener un color, o ser totalmente transparente.

También permite hacer animaciones por fotogramas, (muy sencillas) aunque la compresión en estos casos suele ser deficiente.

Ventajas:
Amplia compatibilidad en los navegadores.

La transparencia puede ser muy útil, si se sabe utilizar.

La compresión logra imágenes de muy bajo peso.

Desventajas:
Límite de 256 colores (degradados y fotografías se ven muy mal).

No es formato libre.

de vectores, efectos de mapa de bits en vectores, las capas, etc. que hacen al archivo "editable".
En cambio las imágenes PNG (exportadas de Fireworks u otro programa) son sólo mapas de bits.
Una de las principales ventajas de PNG, es que independientemente de la profundidad de color que se use, la compresión permite archivos de muy bajo peso sin pérdida de calidad.
La recomendación es usar PNG al máximo, en todo tipo de gráficos, layouts, fondos, etc. No tanto en imágenes de muchos colores y texturas, aunque nunca está de más probar.

Ventajas:
En la mayoría de los casos prácticos, se obtiene la mejor relación peso/calidad.
Formato libre.
Recomendado por W3C.
Acepta transparencias.

Desventajas:
Imágenes con mucho color y texturas suelen ser muy pesadas
El soporte de PNG no es tan amplio como los formatos anteriores.

Las imágenes fijas pueden ser fotografías, formas y dibujos que representen al menú, a los botones y pestañas de la interfaz. Estas imágenes hacen una aportación importante para que la usabilidad de un sistema resulte óptima, ya que permiten al usuario realizar muchas de las acciones de la aplicación, seleccionando los diferentes objetos visuales que le va mostrando la interfaz. Muchos de estos objetos son íconos.

Zecchetto señala que el icono es el signo que se relaciona con su objeto por razones de semejanza, y cita a Peirce, afirmando lo siguiente:

> "…el ícono es una imagen mental, o sea, de un representamen que representa a su objeto al cual se le parece. El ícono de la palabra "frío" es la imagen que se forma en nuestra mente y que se asemeja a nuestra experiencia del frío. Pero también es un icono un cuadro de paisaje, una fotografía o un diagrama."[139]

Por tales características, un icono tiene el potencial de ayudar a identificar los contenidos de una manera más clara y más rápida, con menos probabilidades de confusión. Pero esto sucederá si el icono usado es el acertado, por lo que el diseño de interfaz requiere la adecuación del esquema icónico, al individuo destinatario. Si los iconos son desconocidos dificultan su entendimiento y obligan a una tarea de memorización de sus funciones. Un buen ícono debe cumplir las premisas de ser reconocible rápidamente, sencillo, y sin barreras culturales que dificulten su aceptación universal.

En cuanto a las imágenes en movimiento, su inclusión en interfaces gráficas resulta cada vez más frecuente, en gran medida, como consecuencia de lo sencillo que puede resultar su diseño y programación a través de herramientas como Flash (de Macromedia), que han evolucionado conceptualmente de los editores de aplicaciones multimedia tipo Director y Authorware.

Los efectos del uso de animaciones no siempre son positivos en términos de usabilidad. Por ejemplo, un estudio realizado por el Dr. Cañas Delgado[140] reveló que una de las quejas más comunes entre los usuarios de Internet está relacionada con la aparición de objetos que se mueven o desplazan por

139 Victorino Zecchetto, *et al*. *Seis semiológos en busca del lector: Saussure/ Peirce/Barthes/Greimas/ Eco/Verón*. p. 14. Disponible en http://www.newsblog.e-pol.com.ar/usr/145/600/peirce_com_visual.doc

140 Proyecto de investigación: "Procesos cognitivos en la comprensión de textos en sistemas hypertexto: El papel de las estrategias de navegación en la comprensión-SEJ2004-05430/PSIC" del Departamento de Psicología Experimental y Neurociencias del Comportamiento de la UGR, 2004-2006.

la pantalla y capturan su atención involuntaria o interfieren con la tarea que están desarrollando. Por lo que el uso de animaciones tiene que estar suficientemente justificado para que produzca una respuesta favorable del usuario. Esto es así por el elevado impacto que el movimiento origina sobre los mecanismos de la atención y percepción. Se recomienda su uso, por ejemplo, cuando se quieren representar las etapas de un proceso o algún fenómeno de la naturaleza que, mediante una animación, mejoran sustancialmente su comprensión, en lugar de ver imágenes estáticas o la simple descripción con textos.

El ojo humano percibe, de cierta manera, todos los movimientos efectuados en una interfaz. Como diseñador, es conveniente conocer ese recorrido natural que realiza el ojo sobre una pantalla, para explorar, por ejemplo, cuestiones como en qué objetos o zonas de la interfaz se detiene. Para tales efectos existen investigaciones que utilizan tecnologías de "seguimiento del movimiento de los ojos" (eye-tracking), que abordaré más a fondo en el Capítulo 4, sobre Métodos de Evaluación de Usabilidad de Interfaces de Usuario.

CONSIDERACIONES ERGONÓMICAS COGNITIVAS APLICADAS EN EL NIVEL FUNCIONAL DE LA IPC

Hemos visto ya la aplicación de la ergonomía cognitiva en el diseño de interfaz de usuario, en dos niveles de la Interacción Persona Ordenador:

- Nivel físico: al entorno material en que se produce la interacción entre el usuario y el sistema.
- Nivel comunicativo: al lenguaje que permite dicha interacción.

Ahora corresponde estudiar el nivel funcional, que se refiere a las maniobras y operaciones que realiza el usuario para lograr sus objetivos, es decir, al esquema de navegación de un sistema. Es evidente, en este nivel, la necesidad de tomar en

cuenta aspectos de la ergonomía cognitiva. De entrada, yo diría que el primer aspecto por considerar sería la motivación por parte del usuario, para interactuar con la interfaz.

Generalmente, cuando el usuario ve por primera vez la pantalla de una aplicación, no sabe lo que va a encontrar ni a dónde quiere ir. Si el diseño de navegación se basa en el factor humano y toma en cuenta aspectos físicos, sensoriales, cognitivos y culturales del usuario, éste sentirá motivado y claramente guiado para interactuar con el sistema.

Es importante iniciar planteando, anticipadamente, el modo como el usuario circulará por la aplicación (estructura de navegación), que definirá las conexiones entre las diferentes áreas de contenido, ayudando a ordenar la información, los mensajes y el flujo interactivo. Para lograr este tipo de planeación, se tiene la posibilidad de realizar un análisis de las tareas que un supuesto usuario realiza para alcanzar sus objetivos en una aplicación. De esta manera, se pueden crear modelos de interacción diseñados a partir de la observación que se hizo del comportamiento de una persona frente a un sistema específico.

Análisis de tareas

Este método que forma parte de la ingeniería de la usabilidad, parte de teorías cognitivas para realizar una representación del usuario y su interacción con la interfaz. Se trata del análisis de tareas y consiste en un estudio de lo que un usuario tiene que realizar en términos de acciones y/o procesos cognitivos para conseguir un objetivo.

Dentro del proceso de análisis de tareas, hay dos fases muy importantes:

- Obtención de la información necesaria para comprender las actividades que realiza el usuario (fase de análisis)

- Representación de esta información sobre un modelo adecuado (fase de modelado)

Mediante estos pasos, se obtiene una descripción formal del conjunto de acciones que debe realizar el usuario para la consecución de un determinado objetivo o finalidad.

Cañas menciona los llamados modelos de ejecución: GOMS, que sirven, precisamente, para analizar tareas. Esta es la descripción de este autor con respecto a estos modelos:

"…hacen predicciones sobre el tiempo y el esfuerzo requeridos para usar una interfaz…se han desarrollado para ser integrados dentro de una arquitectura cognitiva general".[141] Y agrega que "…GOMS es muy útil para especificar cómo la tarea que el usuario se fija como objetivo puede ser dividida en una secuencia bien definida de subtareas, y evaluar las propiedades de los diferentes métodos que una interfaz ofrece para alcanzarlo."[142]

Esta y otras metodologías empleadas para conocer las características del usuario y sus objetivos, permiten hacer una predicción del tiempo y esfuerzo requeridos para navegar a través de la interfaz de usuario de un sistema. Asimismo, se han publicado diversos principios del diseño de interacción[143], que valdría la pena mencionar.

- Ley de Fitts
- Ley de Hick
- Ley de Miller
- Ley de Tesler de la conservación de la complejidad
- Principio de Poka Yoke

[141] José Juan Cañas Delgado. *Op. cit*. p. 58.

[142] *Ibídem*. p. 61.

[143] Descripción disponible en: http://www.areia.info/principios-del-diseno-de-interaccion-importantes-para-la-accesibilidad/

Las investigaciones que Donald Norman[144] ha hecho sobre este tema, han sido una aportación importante al diseño de interfaces de usuario. Este autor analiza los errores de diseño más comunes, las causas cognitivas que están detrás de ellos y propone ciertos principios de diseño que son una referencia al momento en que se realiza el diseño de interacción. Trata diferentes conceptos y principios que deben tomarse en cuenta para lograr un diseño de interacción exitoso, aunque considero que se pueden resumir en tres:

- Visibilidad
- Affordance
- Retroalimentación (feedback y feedforward)

Es evidente que es el usuario y no el diseñador quien controla la forma de interactuar con el sistema, y que el diseñador sólo proporciona el marco de actuación. Pero éste debe tener en cuenta que hay que descartar operaciones innecesarias dentro de ese escenario de interacción, porque entre más intuitiva pueda ser la experiencia, más eficaz resultará.

Consideré conveniente presentar la siguiente tabla con algunas de las más relevantes guías de usabilidad para sistemas interactivos, seleccionadas por Vanderdonckt[145], relacionadas con aspectos propios de la psicología del usuario.

144 Donald A. Norman. *La psicología de los objetos cotidianos*. Trad. Fernando Santos Fontenla. 3ª ed., España, NEREA, 2006.

145 Jean Vanderdonckt. "Adapting to mobile contexts with user-interface modeling". *Portal: the guide to computer literature*. Association for Computing Machinery, 2000, p. 83, ISBN:0-7695-0816-2.

TEXTO DE LA GUÍA	ARGUMENTO	ASPECTO PSICOLÓGICO
Como mínimo tiene que haber una página principal en el website.	Dar la bienvenida e informar de los contenidos de la aplicación.	Motivación: Ajuste a expectativas.
Todas las páginas del sistema deberían ser accesibles desde la página principal.	La página principal es a la que normalmente se accede la primera vez que se visita un sitio.	Comprensión y aprendizaje del sitio. Creación de mapa cognitivo del sistema.
Cualquier contenido (trozo de información) debe ser accesible con tres clicks desde la página principal.	Facilitar que los usuarios encuentren la información.	Memoria. Cargar lo menos posible la memoria activa con información referente al camino que se tiene que seguir para encontrar una información. Facilitar la comprensión del sitio mediante una estructura poco profunda.
Debería existir una página con un buscador o función de búsqueda de contenidos internos del propio sitio. De ser posible, en la misma página principal	Permitir, mejorar o facilitar que los usuarios puedan encontrar contenidos, introduciendo palabras o frases.	Atención como gestión de recursos cognitivos.
Debería existir una página con las novedades (contenidos y servicios) del sitio.	Facilitar que los usuarios identifiquen y accedan a los nuevos contenidos y servicios.	Motivación
Debería existir una página con el "mapa" del sitio.	Para facilitar la orientación de los usuarios.	Comprensión y aprendizaje del sitio. Creación del mapa cognitivo de la aplicación.
Debería existir una página con el índice del sitio.	Para facilitar que los usuarios encuentren la información que buscan	Atención y gestión de recursos cognitivos.
Actualizar el website regularmente.	Para aumentar las visitas de los usuarios.	Motivación
Crear un sitio consistente.	Para facilitar que los usuarios identifiquen y reconozcan el sitio.	Atención, percepción.
El logo del website debe situarse en la cabecera de cada página del sitio.	Para que los usuarios sepan en todo momento en qué sitio se encuentran.	Atención, percepción, memoria
En la cabecera de cada página debería haber una ayuda de la navegación.	Para que los usuarios sepan en todo momento dónde están y a dónde pueden ir por la aplicación.	Comprensión, memoria

TEXTO DE LA GUÍA	ARGUMENTO	ASPECTO PSICOLÓGICO
Las páginas deberían incluir el nombre del autor, de la entidad propietaria del sitio, así como las direcciones postales, y de correo electrónico.	Para informar a los usuarios y facilitar el contacto.	Motivación
Las páginas deberían incluir la fecha de la última actualización o de creación de la página si no requiere actualización.	Para informar a los usuarios.	Motivación
Las páginas deberían incluir el copyright.	Para informar a los usuarios.	Motivación
Incluir otra ayuda de navegación en la parte inferior de la página o colocar un link a la parte superior de la página.	Para que los usuarios no tengan que usar el scroll vertical.	Atención y gestión de recursos cognitivos y motores.
Las páginas deben tener título situado en la cabecera. El título debe ser único El título de la página debe resumir su contenido.	Para que los usuarios puedan anticipar los contenidos y situar la página en la estructura del sitio.	Comprensión y aprendizaje del sitio. Creación del mapa cognitivo del sitio.
Los gráficos incluidos en las páginas deben ser críticos para la información que contienen.	Incluir gráficos que ayuden a comprender los contenidos.	Atención, comprensión, memoria.
Si quieres captar la atención de los usuarios, no hagas páginas que superen lo que cabe en una pantalla.	Para facilitar que los usuarios capten el contenido.	Atención, percepción.
La longitud máxima de una página debe ser de cuatro o cinco pantallas.	Después de cuatro o cinco pantallas, los usuarios pierden el contexto y se desorientan.	Memoria.
Proporciona un link a un archivo con todo el contenido.	Para que los usuarios se lo puedan descargar e imprimir y no sea necesario que lo lean todo en pantalla.	Atención, percepción, memoria.
Seleccionar correctamente los colores para que el texto sea legible.	Facilitar la lectura.	Atención, percepción.

Evitar escribir mucho texto en mayúscula.	Mejorar la legibilidad.	Percepción, atención.
Usar negrita sólo para los textos más importantes. No usar la negrita en exceso.	Para mejorar la atención.	Atención, percepción, comprensión.
No usar más de tres tipos diferentes de fuentes.	Para mejorar la atención y lectura.	Atención, percepción, comprensión.
Utilizar terminología que resulte familiar a los usuarios en lugar de tecnicismos o jergas.	Facilitar la comprensión.	Comprensión y memoria.
Evitar usar textos coloreados y subrayados.	Evitar que los usuarios los confundan con links.	Atención, percepción.
Evitar colocar excesivos links en una misma página.	Para evitar generar confusión en los usuarios.	Atención, percepción, memoria.
Utilizar nombres apropiados en los links.	Para facilitar que los usuarios comprendan a dónde les llevará el link.	Comprensión.
El link debe ser fácilmente identificable en su contexto.	Para que los usuarios lo encuentren fácilmente.	Atención, percepción.
Intentar utilizar los colores convencionales para los links.	Para facilitar que los usuarios los identifiquen.	Atención, percepción.
Sombrear o poner efectos 3-D en los botones.	Para facilitar que los usuarios los identifiquen como tales.	Atención, percepción.
Utilizar etiquetas con textos breves y claros para indicar la función del link que contiene el gráfico.	Para facilitar la comprensión de los usuarios.	Comprensión.
En los gráficos con zonas activas, delimitar claramente las zonas que son sensibles.	Para facilitar que los usuarios identifiquen las zonas sobre las cuales pueden pulsar.	Atención y gestión de recursos cognitivos y motores.
Utilizar gráficos representativos cuando tengan que incorporar un link.	Para facilitar que los usuarios asocien el gráfico y la función asociada o lugar al que llevan.	Atención, percepción, comprensión.

TEXTO DE LA GUÍA	ARGUMENTO	ASPECTO PSICOLÓGICO
El orden de los ítems (de un menú), con las secciones a las cuales se puede acceder, debe ser lógico.	Para facilitar la comprensión del usuario.	Atención, percepción, comprensión.
Mantener activos todos los ítems menos el correspondiente al lugar o página en la cual se encuentra el usuario.	Para que el usuario sepa dónde se encuentra.	Comprensión.
La cantidad de ítems adecuada para un menú es de 7 +/- 2.	Para evitar confundir al usuario con demasiadas opciones.	Memoria.
Evitar gráficos intermitentes.	Para evitar que los usuarios se distraigan.	Atención.
En los gráficos que incorporan textos, los textos deben estar bien delimitados "antialiased".	Para facilitar la legibilidad.	Atención, percepción, comprensión.
Utilizar solo gráficos simples como fondo, no fotos o gráficos complejos.	Para facilitar la percepción y legibilidad de los textos.	Percepción.
Utilizar elementos gráficos para destacar la estructura de la página.	Para facilitar la identificación de zonas y reforzar la importancia de cada contenido.	Atención, percepción, comprensión.
Evitar las animaciones que no estén claramente justificadas. No incluir nunca una animación permanente en la página.	Evitar que los usuarios se distraigan.	Atención.

Estas guías, que tienen como fundamento aspectos psicológicos, están basadas en estudios de usabilidad, por lo que vale la pena considerarlas cuando se va a diseñar la interfaz de usuario de una página web.

Capítulo IV
MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE INTERFACES DE USUARIO

Los motivos para aplicar una evaluación a la interfaz de usuario de un sistema, dependerán del momento en que se realice dicha evaluación, ya sea durante la fase del diseño o cuando el producto esté terminado. Al primer caso se le conoce como evaluación formativa y al segundo, evaluación sumativa. En cualquiera que sea el caso, el criterio fundamental para evaluar, es la usabilidad, el aprovechamiento que lo usuarios hacen de la aplicación.

Por ejemplo, para medir la usabilidad desde la definición propuesta por la ISO 9241-210[146] es necesario descomponer los factores de eficacia, eficiencia y satisfacción, así como los aspectos relevantes del contexto de uso, en atributos que puedan ser medidos y verificados. De esa manera, la especificación o medida de la usabilidad puede expresarse por el grado en que se logran los objetivos que se pretenden del sistema (eficacia), los recursos que han de gastarse para lograr dichos objetivos (eficiencia) y el grado en que los usuarios encuentran aceptable el sistema (satisfacción).

Un ejercicio de evaluación se lleva a cabo, principalmente, para comprender qué quieren los usuarios de la aplicación, con qué problemática se enfrentan para lograr lo que desean, comprobar si se están cumpliendo los objetivos planteados al inicio del diseño, comparar la interfaz evaluada con otro diseño y verificar si se están considerando las normas internacionales con respecto al diseño de interfaz de usuario. Como podemos ver, se evalúan tres grandes aspectos que integran la

[146] Ver: http://www.iso.org/iso/iso_catalogue/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=52075

Interacción Humano-Computadora: las personas (perfil del usuario), su trabajo (actividades que realizan) y el entorno (lugar donde realizan dichas actividades).

Una evaluación, por austera que sea, nos da indicios de la forma en que una interfaz de usuario se adapta a las necesidades físicas, psicológicas y culturales del usuario a quien va dirigido el diseño.

Preece[147] plantea el siguiente esquema del desarrollo de una aplicación, donde la fase de evaluación se sitúa en la parte central del ciclo, debido a que en cada etapa es útil un tipo de evaluación distinto, dependiendo del tipo de información que se vaya requiriendo.

Shneiderman[148] enlista cinco factores humanos que deben tomarse en cuenta en la evaluación de un sistema:

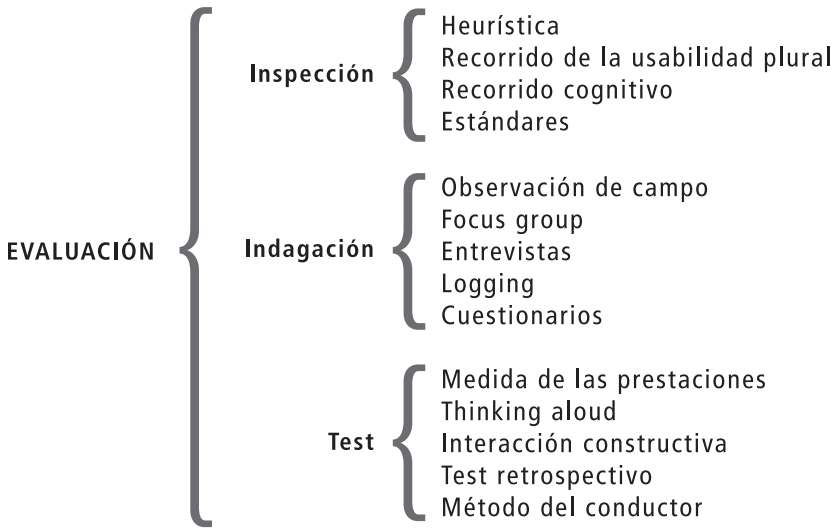
147 Jenny Preece, *et. al. Human Computer Interaction*. Harlow England, Adison-Wesley, 1994, p. 596.

148 Ben Shneiderman. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. 4a ed. Massachusetts, Adison-Wesley, 2005.

1. Tiempo que el usuario necesita para el aprendizaje del sistema.
2. Velocidad de ejecución de las tareas.
3. Porcentaje de errores que cometen los usuarios y tipo de errores.
4. Retención en la memoria del manejo del sistema a lo largo del tiempo.
5. Satisfacción que experimenta el usuario al usar el sistema.

Existen diferentes métodos de evaluación de interfaces de usuario, y lo que determine la elección de alguno de ellos, dependerá de variables como el grado de implicación del usuario, escenarios de tarea, costo, disponibilidad de tiempo, personal calificado para interpretar los datos, entre otros factores.

Lorés *et al.*[149] señalan que hay una clasificación general de los métodos de evaluación de interfaces y la presentan de la siguiente forma:



[149] Jesús Lorés, *et al.* "Evaluación". *Introducción a la Interacción Persona-Ordenador*. AIPO, 2006, p. 10-26.

EVALUACIÓN POR INSPECCIÓN

Como podemos ver en el cuadro anterior, la inspección comprende cuatro métodos importantes que, aunque tienen objetivos más o menos diferentes, la constante entre ellos es que tienen en cuenta opiniones, juicios e informes de inspectores especialistas, sobre elementos específicos de la interfaz.[150]

Profundizaré sólo en los métodos más aplicados en los laboratorios de usabilidad actuales.

Evaluación heurística

Es una de las técnicas de evaluación más conocida. A través de ella se trata de comprobar si la interfaz se ajusta a ciertos principios de diseño denominados heurísticas. Esta comprobación se logra mediante revisiones de la interfaz que llevan a cabo un grupo de evaluadores, quienes al final se comunican sus resultados y los registran en un informe escrito o bien, los comunican verbalmente a un observador durante la inspección de la interfaz.[151]

Es común que se haga referencia a la lista de heurísticas[152] desarrollada por Nielsen y Molich. Se trata de diez principios que a continuación incluyo:

1. Visibilidad de la "situación del sistema". En todo momento el sistema debe mantener informados a sus usuarios de cuál es el estado en el que se encuentra y qué es lo que está "haciendo", presentando esta información de la manera más adecuada y en un tiempo razonable, por ejemplo,

[150] Jakob Nielsen y Raneta Lawson Mack. *Usability Inspection Methods*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1994.

[151] José Juan Cañas Delgado. *Apuntes del Curso de Ergonomía Cognitiva*.

[152] Lista disponible en: http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html

durante las esperas o cuando se está desarrollando una acción (una búsqueda), o si se produce un error.

2. Lenguaje apropiado. El sistema debe utilizar un lenguaje y unas metáforas comprensibles para los usuarios, en lugar de terminología técnica o argot profesional.

3. Control por parte del usuario. El sistema debe proporcionar una salida rápida de los errores, sin necesidad de presentar extensos mensajes en ventanas de diálogo. Además de proporcionar las opciones de deshacer y rehacer.

4. Consistencia. Se debe evitar generar dudas en los usuarios respecto al significado y/o funcionalidad de los textos y de los objetos de la interfaz. La composición de las páginas o pantallas (distribución de los objetos o textos que se repiten) debe ser la misma, así como las características visuales de los objetos con funcionalidad (dos botones que hacen lo mismo en dos páginas o ventanas diferentes) deben ser iguales. Los tipos de interacción, el lenguaje y las funcionalidades, también deben mantener cierta consistencia.

5. Evitar errores. El diseño debe estar orientado a la reducción de la probabilidad de error.

6. Reducir la carga de la memoria. Se deben situar los objetos con funcionalidad de manera que sean fácilmente identificables y visibles para evitar que los usuarios tengan que hacer un esfuerzo para tratar de recordar dónde se encuentra un botón o un link, etc.

7. Atajos. Se pueden incorporar "atajos" para usuarios expertos, de manera que el desarrollo de determinadas acciones requiera menos pasos (pulsaciones).

8. Diseño minimalista y estético. Cualquier unidad de información compite con otras y utiliza recursos de atención y procesamiento cognitivo, por lo tanto, debería ajustarse

tanto como sea posible la información que se transmite, tanto a nivel gráfico como textual. Además, la composición debe ser estética.

9. Detección y comprensión de los errores. Los mensajes de error deben estar escritos en un lenguaje comprensible que permita al usuario detectarlos, comprenderlos y además proponer posibles soluciones.

10. Ayudas y documentación. Aunque lo mejor es no tener que recurrir a las ayudas, cuando es necesario hacerlo estas deberían mostrar información específica referente a la tarea que se está desarrollando, proporcionando una lista de acciones que se tienen que desarrollar para ejecutar dicha tareas, fácil de encontrar.

La duración aproximada de una sesión de evaluación heurística es de 1 a 2 horas y el resultado es una lista de problemas de usabilidad detectados por el evaluador.

En la siguiente tabla se muestra una escala de cinco puntos sugerida para medir la gravedad de los problemas detectados en la inspección.[153]

ESCALA DE GRAVEDAD DE ERRORES	
5	MUY GRAVE
4	BASTANTE GRAVE
3	REGULAR
2	POCO GRAVE
1	MUY POCO GRAVE

[153] José Juan Cañas Delgado. *Apuntes del Curso de Ergonomía Cognitiva*

Algunos especialistas opinan que estas evaluaciones, por tener un carácter de principio general, pueden resultar inespecíficas, sin embargo, he elegido este método para aplicarlo en la evaluación de la página web de la División de Universidad Abierta y Educación a Distancia de la Facultad de Derecho, de la UNAM, precisamente por tratarse de una inspección general, que nos da una primera impresión de la usabilidad de una interfaz de usuario. Y aunque lo ideal, es que la revisión sea realizada por varios evaluadores, considero útil presentar un ejemplo de este tipo de evaluación. Dicho ejemplo está incluido en la parte final de este capítulo.

Recorrido de la usabilidad plural

Randolph Bias desarrolló este método en los laboratorios IBM, que consiste en reunir a tres tipos de participantes:

1. Usuarios representativos.
2. Desarrolladores de sistemas.
3. Expertos en usabilidad.

A cada participante se le entrega una copia del prototipo y todos deberán asumir el papel de usuario. La inspección consistirá en que todos escriban en cada panel del prototipo, las acciones que tomarán para seguir la tarea que están realizando, haciendo una descripción muy detallada. Una vez concluida la descripción, iniciará el debate, tomando la palabra, en primer lugar, los usuarios representativos y una vez que estos han expuesto sus opiniones, hablan los desarrolladores y, posteriormente, los expertos en usabilidad.[154]

[154] Este proceso está descrito en: Randolph G. Bias. "Research Methods for Human-Computer Interaction". *JASIST*, Universität Trier, 2009, Vol. 61, No. 1, p. 204-205. Disponible en: http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/indices/a-tree/b/Bias:Randolph_G=.html

Recorrido cognitivo (Cognitive Walkthrough)

Este método, al igual que la evaluación heurística es uno de los más empleados hoy en día y consiste en determinar en qué medida una aplicación resulta fácil o difícil de aprender mediante exploración (ensayo o error), es decir, sin necesidad de recurrir a ayudas o tutoriales. De esta manera, se detectan aquellos aspectos o características que dificultan dicho aprendizaje.

Este método consiste en la revisión minuciosa de un prototipo (de papel u otro soporte), donde se exploran las secuencias de acciones o pasos que los usuarios tienen que llevar a cabo para desarrollar una determinada tarea. Dicha revisión es realizada por especialistas o diseñadores, quienes simulan la ejecución de acciones paso a paso, buscando problemas de usabilidad (y/o que generan dificultades de aprendizaje de la aplicación).[155] Los evaluadores redactan un documento explicando por qué un determinado paso es o no apropiado para un usuario nuevo, en relación con su aprendizaje de la aplicación.

Los requisitos para la aplicación de este método son: (1) una descripción general de quiénes serán los usuarios y del conocimiento que posean, (2) una descripción específica de una o más tareas representativas que serán realizadas con el sistema, y (3) una lista de las acciones correctas requeridas para completar cada una de esas tareas, con la interfaz que es evaluada.[156]

[155] Este proceso está descrito en: Cathleen Wharton, *et. al.* "The Cognitive Walkthrough Method: a practitioner's guide" *Usability Inspection Methods*. Nueva York, John Wiley and Sons, p. 105-140, 1994.

[156] John Rieman, *et. al.* "Usability Evaluation with the Cognitive Walkthrough". *Special Interest Group on Computer Human Interaction Bulletin*. Association for Computing Machinery, Inc. (ACM), 18 de diciembre de 1995. Disponible en http://www.sigchi.org/chi95/proceedings/tutors/jr_bdy.htm

Wharton[157] explica que mientras procede el recorrido cognitivo, los evaluadores hacen las cuatro preguntas siguientes:

1. ¿Los usuarios intentarán alcanzar el objetivo correctamente?
2. ¿El usuario se dará cuenta de que está disponible la acción correcta?
3. ¿El usuario asociará la acción correcta al efecto que se alcanzará?
4. ¿El usuario entenderá el feedback (retroalimentación) que recibirá?

Al realizar esta prueba, los evaluadores se involucran en los propósitos del usuario, imaginando su situación y con ello en las dificultades de su entorno, discapacidades (temporales o fijas) y dependencias que afectan al uso del interfaz en todos los procesos cognitivos que se ponen en juego en una tarea.

Tanto la evaluación heurística como los paseos cognitivos realizan recorridos desde el punto de vista del usuario, pero los últimos ponen el énfasis en la teoría cognitiva mientras que la evaluación heurística lo hace más en las heurísticas y el hallazgo de errores.

EVALUACIÓN POR INDAGACIÓN

Estos métodos tratan de evaluar la usabilidad de un sistema, a través de conjeturas y señales que los evaluadores obtienen mediante una indagación directa con los usuarios, platicando con ellos, observándolos para entender cómo realizan sus tareas y qué clase de modelo mental tienen sobre ellas, u obteniendo respuestas a preguntas, de manera verbal o por escrito.

157 Cathleen Wharton, *et. al.* "Applying cognitive walkthroughs to more complex user interfaces: experiences, issues, and recommendations". *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 1992, Monterey, California, Estados Unidos, p. 381-388, ISBN:0-89791-513-5.

De esta forma, el evaluador conocerá más sobre los gustos del usuario, sus necesidades y la identificación de requisitos. Todos éstos son datos indispensables en una etapa inicial del proceso de desarrollo de un sistema.

TEST

El objetivo de estos métodos es mejorar la usabilidad de un sistema, examinando a usuarios reales (individuales o grupales) efectuando labores habituales, reales.

Estos métodos consisten, básicamente, en escuchar lo que los usuarios "piensan en voz alta" mientras interactúan con un sistema o su prototipo. Esta expresión de pensamientos y opiniones puede ser natural o conducida por los evaluadores y puede ser grabada para su posterior análisis.

Estos métodos generan importantes datos. Ejemplos:

- Una lista de problemas que crecen durante la realización del test.
- Datos cuantitativos de tiempo, errores y otras medidas de rendimiento.
- Datos cuantitativos de valoraciones subjetivas y otros aspectos de cuestionarios post-tarea y post-test.
- Comentarios de los participantes de las grabaciones y de los cuestionarios.
- Las notas escritas del equipo de test o sus comentarios que pueden ser grabados.
- Datos generales de los participantes, de sus perfiles o de cuestionarios de pre-test.
- Las grabaciones de video, presentando diferentes vistas del test.[158]

158 Jakob Nielsen. *Usability Engineering*. San Diego, CA, Academic Press, p. 195, 1993.

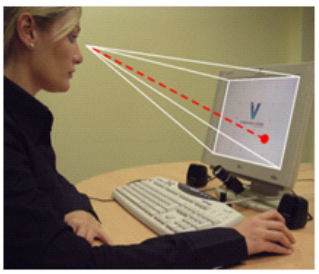
De manera general, podemos mencionar que las actividades más frecuentes de los métodos de evaluación de interfaces de usuario, son las siguientes:

- Observar a los usuarios (directamente o por medio de videograbaciones) en el entorno donde habitualmente realicen sus tareas, o bien, en un laboratorio (de usabilidad) acondicionado para tales efectos.
- Recopilar opiniones de usuarios a través de entrevistas y cuestionarios.
- Contrastar (técnica denominada benchmarking) productos del mismo género, pero distinto diseñador o empresa.
- Interpretar acciones del usuario, sin que tenga conocimiento de la observación de su interacción.
- Probar un sistema recurriendo a expertos diseñadores que detecten posibles problemas.

EYE-TRACKING

Considero conveniente incluir el eye-tracking en los métodos de evaluación, por su utilidad y su recurrente aplicación en los laboratorios de usabilidad.

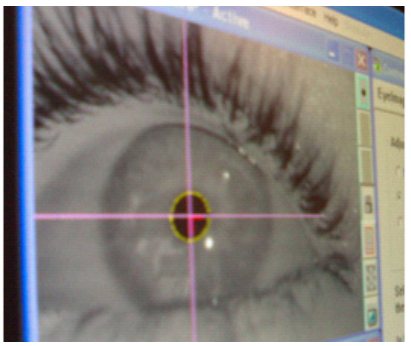
Las técnicas de eye-tracking se utilizan como herramienta para la evaluación objetiva de interfaces, con el objetivo de monitorear y registrar la forma en la que una persona ve una determinada escena o imagen, es decir, en qué áreas fija su atención, durante cuánto tiempo y qué orden sigue en su exploración visual.



El procedimiento consiste en que uno o más usuarios naveguen por el sistema a evaluar, con tareas concretas indicadas, o con la instrucción genérica de navegar. Toda la actividad ocular llevada a cabo, será registrada.

Cabe señalar, que la atención puede orientarse hacia un estímulo situado fuera de la zona central de la visión, conocida con el nombre de fóvea[159], sin necesidad de que se produzca movimiento ocular.

Hay diversas técnicas de seguimiento de los ojos, pero una de las más precisas implica el contacto físico con el ojo a través de un mecanismo basado en lentes de contacto, pero resulta un sistema muy incómodo para quienes participan en la prueba.[160]



Pero, en general, son dos categorías en las que se dividen los sistemas de eye-tracking: los que se colocan directamente en la cabeza del participante para que este tenga total libertad para moverse, y los que registran el movimiento ocular de

159 Ver *Sistema Visual* en el Capítulo 1.

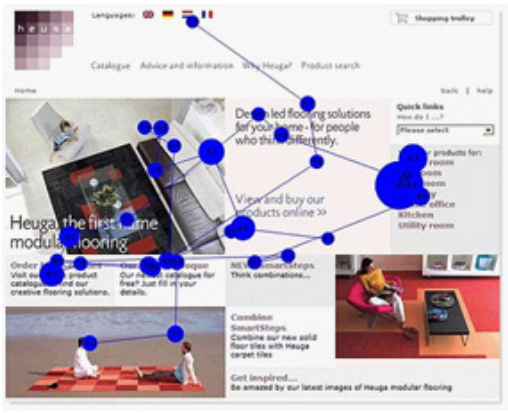
160 Robert J. K. Jacob. "Eye Tracking in Advanced Interface Design". *Virtual Environments and Advanced Interface Design*. 1995, p. 258-288, Oxford University Press, Nueva York. Disponible en: http://www.cs.tufts.edu/~jacob/papers/barfield.pdf

manera remota, con el fin de ser menos intrusivos y no implique gran distracción durante la evaluación.

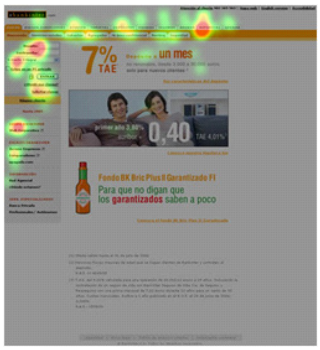
Después de que se hace el registro, un programa específico se encarga de analizar los datos obtenidos: coordenadas de las fijaciones, los desplazamientos y tiempos de fijación. Este análisis se hace sobre una videograbación, y también sobre los "rastros" que quedan marcados en la pantalla, de los puntos de fijación y los recorridos de la mirada.

Precisamente, para lograr esta representación de datos de manera gráfica, los laboratorios de usabilidad cuentan con software que genera animaciones y una serie de gráficos que permiten visualizar los datos obtenidos. Por ejemplo, si se va a analizar a un solo usuario, se tiene la opción de registrar su seguimiento visual, con animaciones o imágenes fijas de puntos sobre la interfaz donde ha mantenido la vista en distintos momentos, así como el rastro de los movimientos sacádicos[161] previos, representados con líneas.

161 "Los sacádicos constituyen uno de los movimientos más característicos de los ojos…los utilizamos para dirigir la mirada a diversas zonas del ambiente y facilitar así la recogida de información." Antonio Crespo y Raúl Cabestrero. "Eye-Tracking Approaches". *Eye-Movement & Pupillometry Research Group*. UNED. Disponible en: http://www.uned.es/eyemovements-lab/links/tipos_movimientos.htm

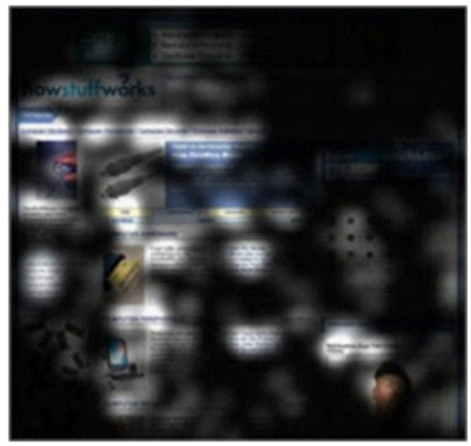


Si se trata de hacer una exploración visual de un grupo de usuarios, los evaluadores utilizan una representación estática conocida como heatmaps o mapas de calor, donde las zonas de mayor temperatura en la pantalla, representan los lugares donde los usuarios han fijado más frecuentemente su vista.



Consultores de USOLAB[162], proponen una versión simplificada de los mapas de calor, a los cuales denominan "mapas de zonas ciegas", cuya principal ventaja es que aparecen sólo las zonas que han sido visualmente más atendidas, lo cual facilita la comprensión instantánea de la información más relevante.

162 Consultoría de usabilidad y diseño centrado en el usuario. Disponible en: http://www.usolab.com/articulos/eye-tracking-usabilidad-comunicacion.php



Actuales tecnologías de eye-tracking incorporan, además de los componentes físicos, componentes que permiten almacenar y analizar no sólo movimientos y fijaciones de los ojos, sino también respecto a las acciones e interacciones desarrolladas por los usuarios mientras navegan por un sistema.[163]

Para que el usuario se sienta orientado y sea eficaz y eficiente en su navegación por un sistema, es necesario que en cada pantalla pueda identificar las zonas y los objetos, iconos, opciones o informaciones correspondientes. Este proceso será óptimo en función de las decisiones de diseño que se hayan adoptado, tanto con los elementos anteriores, como con la composición o distribución de objetos en la interfaz de usuario.

APLICACIÓN DEL MÉTODO DE EVALUACIÓN HEURÍSTICO EN LA PÁGINA WEB DE LA DIVISIÓN DE UNIVERSIDAD ABIERTA Y EDUCACIÓN A DISTANCIA.

Evaluación heurística

Aplicación evaluada: Página web de la División de Universidad Abierta y Educación a Distancia.

[163] Ver: http://www.eyetools.com

URL: http://www.derecho.duad.unam.mx
Fecha: 24 y 25 Abril de 2010
Hora: 09:00 a 21:00 horas
Lugar en que se desarrolla la evaluación: DUAyED
Coordinador: Erika Espinosa Morúa
Evaluador: Erika Espinosa Morúa

Puntos a evaluar de la página: Aspectos generales, identidad, información, lenguaje y redacción, rotulado, estructura y navegación, lay-out de la página, búsqueda, imágenes fijas y en movimiento, ayuda, accesibilidad y control, y retroalimentación.

Aspectos generales

1. ¿Cuáles son los objetivos de la página web de la DUAyED?

Que sea un medio de comunicación entre la Institución y la comunidad docente, estudiantil y externa, relacionada con el ámbito jurídico, a través del cual se difunda información académica y administrativa.

Que sea un elemento de identidad institucional, tanto para la División, como para los profesores y estudiantes que forman parte de ella.

2. En el caso de la actual página, ¿los contenidos y servicios que ofrece corresponden con esos objetivos?

La página cuenta con diversos recursos de difusión, pero que requieren una estructura mejor definida para identificar de manera más ágil los mensajes dirigidos al usuario, dependiendo de la clasificación a la que pertenezcan (tópicos relacionados con el alumnado, con el claustro docente o la gestión y servicios).

3. ¿El sitio tiene una URL correcta, clara y fácil de recordar?

http://www.derecho.duad.unam.mx

La dirección identifica de manera adecuada a la Institución porque hay una relación directa entre ellas.

4. ¿Qué sistema de organización es empleado en la página: alfabético, geográfico, cronológico, temático, orientado a tareas, orientado al público u orientado a metáforas?

Aparentemente, la intención original fue estructurar el contenido de la página, por temas, sin embargo, no se siguió con ese orden y los diversos tópicos han quedado en un espacio general, en lugar de concentrarse en su categoría

temática. Ahora, se ha ido ordenando la información cronológicamente.

Mezclar los sistemas de organización provocan la desorientación del usuario.

5. ¿La apariencia (look & feel) general corresponde con los objetivos, características, contenidos y servicios de la Institución?

Elementos como los escudos y logos, el encabezado y las imágenes, dan al usuario la referencia visual y el sentido de un entorno institucional, académico y jurídico, correspondiente a la página de la División.

6. ¿Es coherente el diseño general de la página web?

En lo que respecta a la página de inicio, donde se encuentra el menú principal, el contenido es heterogéneo, no hay homogeneidad en el uso de color, ni en el de la tipografía. De igual forma, los documentos o destinos a donde nos enlazan las ligas -que ocupan el ochenta por ciento de la página de inicio-, no tienen relación visual con el menú principal y, en la mayoría de los casos, ni con la propia liga.

7. ¿El sitio web se actualiza periódicamente?

Hay ciertas secciones que contienen información obsoleta. Ejemplos:

a) Información del menú ¿Qué es el DUAD?

b) Calendarios escolares y horarios, del menú Alumnos.

c) La lista de funcionarios de la DUAyED, en el Claustro de profesores.

d) Formatos del menú Trámites.

e) La guía de trámites escolares, del Curso de inducción en línea.

f) La sección de Plan de estudios, del Curso de inducción en línea.

g) Calendario de videoconferencias del menú Conferencias, de la revista-e Amicus Curiae

h) Página de inicio de la revista-e Amicus Curiae.

i) Contenido del Boletín-e Esteban Ruiz Ponce

j) Información del enlace Paneles de actualidad de la página de inicio de la DUAyED.

k) Información del enlace Derecho y Cultura, de la página de inicio de la DUAyED.

l) Información del enlace Convenios, de la página de inicio de la DUAyED.

m) Presentación PowerPoint de bienvenida, del enlace Bienvenida Generación 2011-2015, de la página de inicio de la DUAyED.

Identidad

8. ¿La página de inicio muestra la naturaleza del sitio?

El elemento que define el carácter académico de la página es, sobre todo, el escudo de la UNAM.

El siguiente nivel de identificación sería el reconocimiento del logo de la DUAyED.

Se detecta la ausencia del escudo de la Facultad de Derecho y se recomienda considerar su inclusión para reforzar la identidad institucional de la página.

La serie de imágenes intermitentes alusivas al espacio educativo, que están bajo el encabezado, permiten al usuario identificar este sitio y relacionarlo con el ámbito académico.

9. ¿Aparecen de manera significativa, elementos institucionales, en todos los niveles de información de la página?

El encabezado, que contiene los escudos y logotipos institucionales, es un elemento constante en casi todos los niveles de la estructura de la página.

10. ¿Los escudos y logotipos funcionan como enlaces a sus respectivos sitios web?

Ni el escudo de la UNAM, ni el logo de la DUAD tienen enlace alguno.

Información

11. ¿Se ofrece algún enlace con información sobre la institución?

Como parte del menú se encuentra una liga denominada *¿Qué es el DUAD?* que contiene información sobre los an-

tecedentes del modelo educativo abierto y una explicación general de dicho sistema en la DUAyED. Sin embargo, se trata de información obsoleta que incluso hace mención al plan de trabajo de la anterior administración de la Facultad de Derecho.

12. ¿Se proporcionan mecanismos para ponerse en contacto con la Institución (correo electrónico, teléfono, dirección postal, fax, etcétera)?

En la página de inicio se encuentra un ícono denominado e-mail, pero se encuentra inactivo. En ninguna otra parte del sitio hay otro indicio de algún medio de comunicación entre el usuario y la Institución.

13. ¿Se proporciona información sobre los derechos de autor de los contenidos de la página web?

Se hace mención del autor del material incluido en el Curso de Inducción, así como de los autores de los artículos de la revista-e Amicus Curiae.

Lenguaje y Redacción

14. ¿El sitio web habla el mismo lenguaje que sus usuarios?

El sitio es mexicano y está escrito por completo en el idioma español.

15. ¿Emplea un lenguaje claro y conciso?

Es mínimo el uso de lenguaje técnico.

16. ¿Cada párrafo es una idea?

La mayoría del texto se encuentra como parte de los enlaces y se trata de información puntual sobre el tópico al cual liga; esto no implica mayor problema para su comprensión. Sin embargo, una serie de enlaces que se encuentran agrupados y que utilizan todos el término videoconferencias, pueden provocar confusión en el usuario, mientras descubren la diferencia que hay entre cada uno de ellos. Tal vez ahí, el manejo del texto podría ser más específico.

En cuanto al escaso texto que se encuentra en bloques más extensos, como es en el menú *¿Qué es el DUAD?* lo que necesita es que sea actualizado y que sea información sin párrafos vacíos, en un lenguaje familiar y conciso.

17. ¿Existen versiones del sitio en otros idiomas?

Aún no, pero aparentemente, es un proyecto a mediano plazo.

Rotulado

18. ¿Se usan rótulos estándar (mapa del sitio, acerca de…)?

En algunas partes de la página han incluido el rótulo Descargue aquí. Y salvo otro ejemplo como el de Principal, serían los únicos casos del uso del rótulos estándar.

19. ¿Utiliza un sistema de rotulado controlado y preciso?

En ambos casos (Descargue aquí y Principal), los enlaces corresponden con su sintaxis.

Estructura y Navegación

20. ¿Qué tipo de estructura de organización y navegación tiene el sitio?

El diseño de la estructura es de navegación jerárquica, es decir, como la de un árbol en el que la raíz es la página de inicio donde se exponen las diferentes secciones que contiene el sitio, y las ramificaciones son dichas secciones y su contenido. Aún cuando se puede apreciar este tipo de estructura, no se cuenta con un mapa de navegación que nos defina claramente, que se trata de este tipo de organización.

21. Esta estructura ¿es la más adecuada?

La organización jerárquica, bien diseñada, permite al usuario sentirse ubicado en los diferentes niveles de información, sin tanto riesgo de perderse tratando de encontrar lo que busca.

22. ¿Los enlaces son fácilmente reconocibles como tales?

El que en teoría, sería el menú principal, no tiene el aspecto de hipertexto, sin embargo, su ubicación y un ícono de flecha que antecede a cada elemento, nos da un indicio de que se trata de un enlace.

En el caso de los *banners* o anuncios, aunque no tienen un comportamiento particular cuando el cursor roza su área sensible, su aspecto provoca ser pulsados para encontrar más de la información que están anunciando.

23. ¿Se ha controlado el número de elementos para no producir sobrecarga memorística?

Definitivamente, no. Hay un número excesivo de *banners* en el menú principal, en promedio son 37. Recordemos que si presentamos a un usuario, una cantidad excesiva de elementos y/o mensajes distintos al mismo tiempo, éste no podrá retenerlos todos cuando haga su primera lectura de la interfaz, se sentirá saturado de información.

24. ¿Es predecible la respuesta del sistema antes de pulsar sobre el enlace?

En la mayoría de los casos, sí, porque hay suficiente información textual que informa sobre el contenido de cada enlace.

25. ¿Se ha encontrado que no haya enlaces que no llevan a ningún sitio?

Si, en los siguientes casos:
a) El ícono de e-mail que se encuentra en el menú principal.
b) En la revista electrónica Amicus Curiae, la liga Buzón.
c) En Paneles de Actualidad, la liga Justificación.
d) Las guías de estudio de algunas materias, correspondientes al enlace Guías de Estudio.
e) El enlace Temario Plan de Estudios 1139 – 1341.
f) En el Boletín electrónico Esteban Ruiz Ponce, el enlace El estudiante SUA opina.

26. ¿Existen elementos de navegación que orienten al usuario acerca de dónde está y cómo deshacer su navegación?

En lo que se refiere al menú principal del extremo izquierdo de la página de inicio, el segundo nivel de información siempre mantiene visible la liga a la página principal. Sin embargo, estando en el segundo nivel de navegación al que nos lleva cada *banner* que se encuentran en la misma página de inicio, no existe ningún elemento que le permita al usuario regresar a una posición anterior; tiene que cerrar la ventana que se abrió, para volver al primer nivel jerárquico.

27. Las imágenes-enlace, ¿se reconocen como pulsables? ¿incluyen un atributo "*title*" describiendo la página destino?

En ningún caso se da un indicio de esa condición, que podría ser un cambio del aspecto del cursor cuando este se acerca a alguno de los *banners*, o un cambio de color sobre el enlace que le indique al usuario que se trata de un área sensible que nos liga a otro contenido. Pero aún así, se logra la interacción con el sistema y supongo que es por intuición y experiencia de navegación del usuario.

Tampoco se utiliza el atributo "*title*" para indicar la página o archivo destino, del enlace que se va a pulsar.

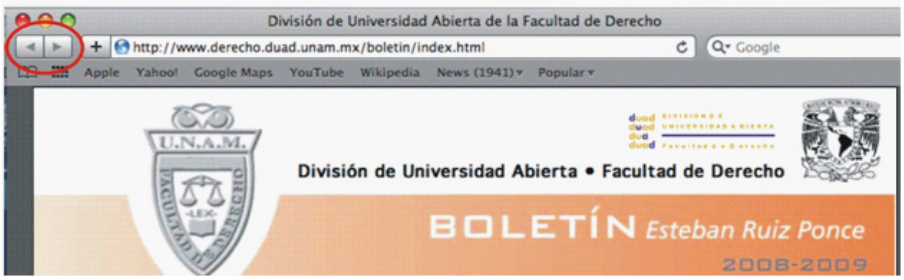
28. ¿Se ha evitado la redundancia de enlaces?

Se encontraron casos de ligas duplicadas:
a) Calendario escolar
b) Horarios escolares
c) Formas de titulación

Pero el problema es más grave cuando vemos que no sincronizaron la actualización de la información en las dos versiones de cada enlace, es decir, el contenido no coincide entre uno y otro, porque uno se actualizó y el otro no.

29. ¿Se ha controlado que no haya páginas huérfanas (que aún siendo enlazadas desde otras páginas, éstas no enlacen con ninguna)?

No se tuvo control de esta situación. En la mayoría de los casos, los *banners* ligan a archivos y páginas que no tienen opción de retorno a la página principal de la DUAyED, ni a otra página, por lo que dejan estancado al usuario.



Lay-Out de la página

30. ¿Se aprovechan las zonas de alta jerarquía informativa de la página para contenidos de mayor relevancia?

La zona central de la página web ha sido destinada para la inclusión de todos los avisos que difunden los eventos culturales y académicos próximos. En ese sentido, se estaría captando la información del usuario, pero seguimos teniendo el problema de la falta de organización.

31. ¿Se ha evitado la sobrecarga informativa?

Definitivamente, no; ni en la cantidad de elementos incluidos, ni en lo que se refiere al uso de colores y tipografía, que también provocan un efecto de saturación. No hay una gama de colores definida para todo el sitio, ni una familia tipográfica.

32. ¿Es una interfaz limpia?

No, el uso indiscriminado de color provoca ruido visual y eso, precisamente, desorienta la navegación del usuario. Esto, aunado a la falta de definición de una familia tipográfica que permita la legibilidad de los contenidos de la página, inhiben la claridad que debería tener el sitio web.

33. ¿Existen zonas en "blanco" entre los objetos informativos de la página, para poder descansar la vista?

En la página de inicio no se cuenta con ese atributo; todos los elementos forman un único bloque. Sólo en el caso de otros niveles de información, sí se pueden encontrar espacios blancos de descanso visual.

34. ¿Se hace un uso correcto del espacio visual de la página?

No hay una planeación del espacio, sino que se van integrando los elementos, conforme se van requiriendo, sin considerar, en algunos de los casos, un orden jerárquico.

Se destina una gran parte de la página a elementos visuales, lo cual no es del todo erróneo, siempre y cuando se estableciera un equilibrio entre la distribución de todos los recursos.

35. ¿Se utiliza correctamente la jerarquía visual para expresar las "relaciones de agrupación" entre los elementos de la página?

Para empezar, no hay una definición correcta de las partes de la página, por lo que no se tiene muy claro, a qué categoría pertenece un elemento u otro.

En la página de inicio se hace una distinción de dimensión entre los *banners*, lo cual hace suponer que los avisos más importantes son los que se encuentran en la columna central, precisamente por su ubicación y por ser los más grandes, sin embargo, siguen quedando fuera de una categoría.

36. ¿Se ha controlado la longitud de página?

La cantidad de *banners* a lo largo de la página de inicio, hacen necesario el uso del *scrolling*, lo cual no es lo más recomendable y menos tratándose de esta sección. Esto es una razón más para agrupar los elementos del sitio, en categorías.

Búsqueda

37. ¿Existe un buscador interno en la página?

No

38. ¿Sería necesario contar con uno?

Sería de mucha utilidad, debido a la extensión de la página. Si tomamos en cuenta que el sitio alberga a una revista, una gaceta y un boletín electrónico, entonces queda por completo justificado el hecho de incluir un buscador que ayudaría al usuario a encontrar información de cualquier nivel de la estructura.

Imágenes fijas y en movimiento

39. ¿El uso de estos recursos proporciona algún tipo de valor añadido?

En esta página web se ha identificado una saturación de elementos en la página de inicio, sobre todo, de imágenes. Sin embargo, también se ha determinado que han sido algunas de estas, las que han ayudado a que el sitio tenga cierta identidad. Definitivamente, se recomienda el uso de fotografías, texturas, logos, etcétera, pero de manera organizada y medida.

40. ¿Se ha usado alguna metáfora visual? Si es así, ¿es reconocible y comprensible por cualquier usuario?

Realmente, no se ha planteado una metáfora visual. La inserción de las imágenes fijas y en movimiento, ha sido conforme se van requiriendo.

41. ¿Se ha cuidado la resolución de las imágenes?

En la página de inicio no se detecta ningún problema de resolución, sin embargo, algunas imágenes incluidas en las presentaciones PowerPoint correspondientes a las secciones "Forma de titulación" y "Servicio Social", son de origen, muy pequeñas y se han escalado hasta perder definición.

En el caso de la Gaceta electrónica, el problema detectado en cuestión de imágenes, se refiere a la baja calidad de algunas fotografías, debido a que están fuera de foco y otras, sobreexpuestas (blancas).

42. Las imágenes incluidas ¿tienen una relación directa con el tema que representan?

En la página de inicio, se pueden ver varias imágenes de algunos edificios de la Facultad de Derecho, que si bien representan a la Institución, en ocasiones, no tienen relación temática con el *banner* donde fueron colocadas.

43. ¿Se han incluido animaciones? ¿De qué tipo?

Las animaciones incluidas en el menú principal, han sido generadas en Flash.

44. En el caso de las animaciones ¿son atracción o distracción para el usuario?

Se trata de animaciones cíclicas, cuyo uso no es muy recomendable, sobre todo, si no tienen un propósito claro.

El usuario siente atracción por aplicaciones en las que tiene, desde el primer momento, la sensación de control y, si de repente siente que una animación le distrae de su objetivo y no tiene la posibilidad de pararla, puede sentirse limitado y frustrado y abandonar la navegación del sitio.

En la parte inferior de la página, hay un *banner* animado, cuyo contenido es tipografía en movimiento; en este caso, el recurso está justificado porque se trata de un aviso donde aparece una lista de nombres de alumnos que requieren ser contactados urgentemente, por lo que se necesita llamar la atención de los usuarios. Además, se le está dando más control al usuario, porque puede parar la animación, si coloca el cursor sobre ella.

Ayuda

45. ¿Posee la página, una sección de ayuda? ¿Es necesaria?

Se trata más de una ayuda conceptual, y se encuentra en el sistema de inscripciones a materias ordinarias, a exámenes extraordinarios y a diplomados de titulación. Es un manual que va explicando paso por paso al usuario, el procedimiento para realizar estos trámites.

46. La opción de ayuda ¿está colocada en una zona visible?

El hipertexto que liga al manual de ayuda para realizar la inscripción, forma parte de un bloque de texto, cuando lo recomendable sería ubicar dicha liga en la parte superior derecha.

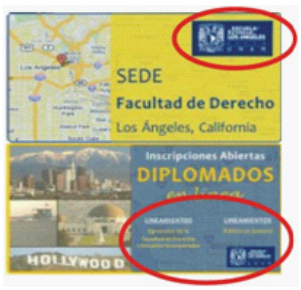
47. ¿Existe una sección de FAQs? ¿Es necesaria?

No hay disponible una sección así y, por la naturaleza del sitio, sería de mucha utilidad la existencia de este concepto, ya que podrían incluirse preguntas relacionadas a la forma en que se realizan trámites y los requisitos necesarios.

Accesibilidad

48. ¿El tamaño de la fuente permite o dificulta la legibilidad del texto?

Se detectan 3 *banners* de la página de inicio, donde la tipografía es tan pequeña que no se puede leer la información. Lo mismo ocurre con los nombres de las materias que vienen en la interfaz de usuario del contenido del *banner* de las Guías de estudio; su puntaje es tan reducido, que son completamente ilegibles.



49. ¿El tipo de fuente, efectos tipográficos, ancho de línea y alineación empleados, facilitan la lectura?

No hay una constante en el uso de fuentes tipográficas; tanto la página de inicio como los siguientes niveles de información, están constituidos por una variedad de tipos de letras, y arreglos tipográficos que, en algunos casos, permiten una buena lectura, pero que distan mucho de lograr una uniformidad visual en todo el sitio. El uso del color en este tipo de recurso, es muy variado, también.

Algunos bloques de texto, como el que se despliega si pulsamos la liga *¿Qué es el DUAD?* tienen un ancho de caja muy grande, lo que puede provocar una lectura cansada, por tener líneas tan largas.

50. ¿Existe un alto contraste entre el color de fuente y el fondo?

Si revisamos la página de inicio, podremos apreciar que en algunos *banners*, ese contraste no está bien definido, el fondo "se come" a la tipografía.

51. ¿Es compatible el sitio web con los diferentes navegadores?

Si, tanto para Explorer, como para Mozila y Safari.

52. ¿Se visualiza correctamente con diferentes resoluciones de pantalla?

Se diseño para una resolución 800 x 600

53. ¿Se ve el sitio, exactamente igual tanto en Mac como en PC?

Si, no hay diferencias de visualización entre una plataformas y otra.

54. ¿Puede el usuario disfrutar de todos los contenidos del sitio web sin necesidad de tener que descargar e instalar *plug-ins* adicionales?

En algunos casos, es necesario descargar archivos.

55. ¿Se ha controlado el peso de la página?

No se ha tenido en consideración.

56. ¿Se pueden imprimir los contenidos de la página?

Si, tanto las pantallas, como los archivos que se descargan.

Control y retroalimentación

57. ¿Tiene el usuario todo el control sobre la interfaz?

No, en el caso de las animaciones cíclicas.

58. ¿Se informa constantemente al usuario acerca de lo que está pasando?

No, en realidad.

59. Cuando se produce un error, ¿se informa de forma clara y no alarmista al usuario de lo ocurrido y de cómo solucionar el problema?

En realidad, no hay algún aviso de error.

60. ¿Posee el usuario libertad para actuar?

En general, se puede decir que el usuario tiene la libertad de explorar cada liga del menú principal y de los *banners* que forman parte del 80 o 90% de la página de inicio, sin embargo, la limitante sería no tener la posibilidad de regresar a la página de inicio.

61. ¿Se ha controlado el tiempo de respuesta?

No se detectó ningún problema en ese aspecto.

62. ¿Puede el usuario ponerse en contacto para hacer sugerencias o comentarios?

No hay manera. Existe un ícono en la parte inferior de la página de inicio, que correspondería a esta función de ponerse en contacto con la Institución, pero está inhabilitado.

CONCLUSIONES

Esta investigación me permite concluir que las características del sistema cognitivo humano son el punto de referencia para estudiar la interacción entre un usuario y la interfaz gráfica de un software. Personalmente, el estudio de la ergonomía cognitiva me ha revelado aspectos de la conducta humana, que como comunicadora gráfica, me han proporcionado elementos para optimizar el lenguaje visual a través del cual un sistema informático puede ser representado, por lo que creo que el objetivo principal de este proyecto de entender esta disciplina y de definir la forma en que su aplicación coadyuva a que se diseñen interfaces eficientes, se ha alcanzado, cabalmente.

Hubo diferentes retos al llevar a cabo esta investigación. El primero de ellos fue enfrentar la escasez de fuentes de consulta sobre el tema específico de la ergonomía cognitiva; fue una tarea ardua encontrar material de apoyo, sin embargo, entre más profundizaba en mi búsqueda, iba encontrado datos que me ligaban a otras referencias, ya fueran investigaciones, asociaciones que se interesaban en el tópico, o bien, nombres de autores que habían escrito algo sobre esta disciplina. Fue así que llegué al grupo de investigación denominado Ergonomía Cognitiva, de la Universidad de Granada, en España, donde tuve la oportunidad de trabajar con expertos en la materia y tener acceso a invaluables fuentes de información.

Sin embargo, este hecho implicó tener que involucrarme en temas de un área del conocimiento distinta a mi formación, como lo es la psicología, teniendo como compañeros en el grupo de investigación, a psicólogos experimentados con un dominio absoluto de aspectos de cognición, percepción y de todo lo relacionado con la teoría del procesamiento humano de la información. Esto representó un importante desafío para mí, pero todo ese estudio fue necesario para fundamentar, prácticamente, todo mi proyecto.

Una vez que entendí lo que estudiaba la ergonomía cognitiva, el siguiente reto fue aplicar sus principios en el proceso de diseño de interfaces de usuario. Para tal efecto, era importante ser consciente de que la interfaz de usuario es un dispositivo digital y su diseño implica consideraciones particulares, distintas, en muchos aspectos, al diseño de un soporte impreso o tridimensional. Específicamente, esas consideraciones son las etapas del proceso cognoscitivo humano, como la captura de estímulos (sensación), la organización de los datos recibidos (percepción), la atención selectiva, el procesamiento de la información (interpretación), el almacenamiento (memoria a corto y largo plazo) y la toma de decisiones (decisión y acción).

En esta medida, aspectos como el diseño de retículas, elección de tipografía, uso del color, manejo de convenciones representacionales (iconos, metáforas, etcétera), inserción de medios y cantidad de información incluida en el soporte, deberán fundamentarse en los principios del diseño y en los procesos cognitivos mencionados. De esta manera, la representación mental de quien diseñó la interfaz de usuario, tendrá más posibilidades de coincidir con la forma en que un usuario ve, conceptualiza y comprende dicha interfaz, lo que resultaría en un aprovechamiento adecuado de la aplicación.

Se trata de observar y entender la relación que se da entre un humano (usuario) y el sistema que le va a permitir realizar una tarea (interfaz de usuario), para rescatar aspectos relevantes sobre la forma en que va conociendo su herramienta de trabajo y cómo actúa con ella.Entonces, si el diseño de un entorno virtual, multimedia e interactivo, involucra activamente estos aspectos cognitivos, el comunicador y diseñador gráfico debe considerar la práctica de la ergonomía cognitiva como una disciplina requerida en su quehacer profesional dentro del diseño digital.

Veo y sostengo la posibilidad de que esta tesisresulte una motivación para que otros investigadores retomen el tema y desde diferentes perspectivas enfoquen su estudio y búsqueda de

información sobre la ergonomía cognitiva. Pienso, además, que vale la pena considerar esta investigación para incluir la disciplina en los planes y programas de estudio de licenciaturas y posgrados del área de Diseño y Comunicación Visual e incluso, en Artes Visuales, para acercar al estudiante a este bagaje psicológico-cognitivo, fundamental para tomarlo como base en cualquier diseño orientado al usuario, ya sea de un objeto o un sistema con el que se pueda interactuar.

FUENTES DE CONSULTA

FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

Anderson, John R. *Language, Memory and Thought*. Hillsdale, Erlbaum, 1976.

Anderson, John R. *The Architecture of Cognition*. Cambridge, Harvard University Press, 1983.

Aparici, Roberto y García-Matilla, Agustín. *Lectura de Imágenes*. 3ª ed., Madrid, Ediciones de la Torre. Proyecto didáctico Quirón, 1998.

Apuntes del curso sobre Formatos Gráficos, de la Dirección General de Servicios de Cómputo Académico, de la UNAM.

Arnheim, Rudolph. *El pensamiento visual*. Buenos Aires, EUDEBA, 1976.

Bayo Margalef, José. *Percepción, desarrollo cognitivo y artes visuales*. España, Anthropos, 1987.

Best, John B. *Psicología cognitiva*. España, Paraninfo, 2001.

Bonsiepe, Gui. *Del objeto a la interfaz. Mutaciones del diseño*. Milano, Feltrinelli, 1993.

Booth, Paul A. *An introduction to Human Computer Interaction*. Hilldale, Erlbaum, 1989.

Brown, Judith R. y Cunningham, Steve. *Programming the User Interface: Principles and Examples*. Nueva York, John Wiley and Sons, Inc., 1989.

Cañas Delgado, José Juan. *Apuntes del Curso de Doctorado "Ergonomía Cognitiva"* tomado durante

la estancia de investigación en la Universidad de Granada, fecha.

Cañas Delgado, José Juan. *Curso de Ergonomía Cognitiva*, correspondiente al programa de Doctorado en Psicología Experimental y Neurociencias del Comportamiento, Facultad de Psicología, Universidad de Granada, España, 15 de octubre al 7 de diciembre de 2007.

Cañas Delgado, José Juan, *et al. Diseño de Sistemas Interactivos Centrados en el Usuario*. Barcelona, UOC, 2005.

Cañas Delgado, José Juan. *Ergonomía cognitiva*. España, Médica Panamericana, 2001.

Cañas Delgado, José Juan y Grupo de Ergonomía Cognitiva. *Representación mental de los conceptos, objetos y personas implicados en una tarea realizada en una interfaz*. 2º Congreso Internacional de Interacción Persona-Ordenador . Salamanca, 2001, I.S.B.N.: 84-7800-874-8.

Diaper, Dan. "The discipline of human-computer interaction", en *Interacting with computers*. 1989, no. 1, vol. 1, Butterworth-Heinemann Ltd., Guildford, Reino Unido.

Donald, Norman. *The design of everyday things*. Nueva York, Doubleday, 1990.

García Gómez, Juan Carlos. "Usabilidad de las páginas de inicio de los diarios digitales españoles", en *Scire: representación y organización del conocimiento*. 10:2, jul.-dic. 2004, Universidad de Zaragoza.

Gibson, James Jerome. *The ecological approach to visual perception*. Nueva York, LEA, 1986.

Ginger, Serge. *Gestalt, el arte del contacto: Una perspectiva*

del comportamiento humano. trad. Joseph Escarré, México, Océano, 2005.

Gómez Conesa, Antonia y Martínez González, Mariano. "Ergonomía. Historia y ámbitos de aplicación", en *Fisioterapia*. 2002, vol 24, monográfico 1.

Götz, Veruschka. *Retículas para Internet y otros soportes digitales*. Barcelona, Index Book, 2002.

Hammond, N. y Allison, L. "The travel metaphor as a Design Principle and Training Aid for Navigating around Complex Systems", en *People and Computers III*. Cambridge University Press. Gran Bretaña, 1987.

Hoffman, Donald D. *Inteligencia Visual: Cómo creamos lo que vemos*. trad. Daniel Menezo, España, Paidós, 2000.

Huelves Zarco, Ángela María, *et al*. "Diseño para la usabilidad de productos", en *Técnica Industrial*. Enero-febrero 2009.

International Standard (1998) ISO 9241-11:1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) -- Part 11: Guidance on usability.

International Standard (2001). ISO/IEC 9126-1. Software engineering —Product quality— Part 1: Quality model.

James, William. *Principles of Psychology*. Nueva York, Holt, Rinehart and Winston.

Johnson-Laird, Phillip N. Mental Models: *Towards a cognitive science of language, inference, and consciousness*. Cambridge, Harvard University, 1983.

Laureano-Cruces, A. L., *et al*. *La importancia de las estrategias cognitivas en el diseño del currícula didáctico*. 2003.

En Memorias del XVI Congreso Internacional de Informática y Computación de la ANIEI, vol. I, 35-41.

Lillo Jover, Julio. *Ergonomía, evaluación y diseño del entorno visual*. Madrid, Alianza.

Lindsay, Peter H. y Norman, Donald A. *Introducción a la psicología cognitiva*. tr. Julio Seoane. Madrid, Tecnos.

Luna, Dolores y Tudela, Pío. *Percepción visual*. Madrid, Trotta, 2006.

Mandel, Theo. *The elements of user interface design*. Nueva York, Wiley, 1997, p. 160.

Marcos Mora, María del Carmen. *Interacción en interfaces de recuperación de información: conceptos, metáforas y visualización*. España, Trea, 2004.

Mayer, E. *Pensamiento, resolución de problemas y cognición*. Barcelona, Paidós, 1986.

Mayoral-Alavedra, Antonio. *Introducción a la percepción*. Barcelona, Científico Médica, 1982.

Mestre Navas, José Miguel y Palmero Cantero, Fancesc. *Procesos Psicológicos Básicos: Una guía académica para los estudios en psicopedagogía, psicología y pedagogía*. España, Mc Graw Hill, 1995.

Murray Turbayne, Collin. *El mito de la metáfora*. México, Fondo de Cultura Económica, 1974, p. 23.

Nielsen, Jakob y Lawson Mack, Raneta. *Usability Inspection Methods*. Nueva York, John Wiley and Sons, 1994.

Nielsen, Jakob. *Usability Engineering*. San Diego, CA, Academic Press, p. 195, 1993.

Nietzsche, Friedrich. *Escritos sobre retórica*. Madrid, Trotta, 2000, p. 219.

Norman, Donald A. *La psicología de los objetos cotidianos*. Trad. Fernando Santos Fontenla. 3ª ed., España, NEREA, 2006.

Pheasant, Stephen. *Ergonomics, Work and Health*. London, Macmillan, 1991.

Picard, Rosalind W. *Affective Computing*. MIT Press, 1997, p. 93.

Pozo, Juan Ignacio. *Teorías cognitivas del aprendizaje*. 9ª ed., Madrid, Morata, 1989.

Preece, Jenny, *et al*. *A guide to usability: human factors in computing*. Addison-Wesley, 1993, p. 55.

Preece, Jenny, *et al*. *Human Computer Interaction*. Harlow England, Adison-Wesley, 1994.

Proyecto de investigación: "Procesos cognitivos en la comprensión de textos en sistemas hypertexto: El papel de las estrategias de navegación en la comprensión-SEJ2004-05430/PSIC" del Departamento de Psicología Experimental y Neurociencias del Comportamiento de la UGR, 2004-2006.

Romanovich Luria, Alexander. *Sensación y Percepción*. trad. Pedro Mateo Merino, Barcelona, Fontanella, 1978.

Salama Penhos, Héctor. *Gestalt, de Persona a Persona*. Instituto Mexicano de Psicoterapia Gestalt, S.C., México, 1996.

Scolari, Carlos. *Hacer clic: hacia una sociosemiótica de las interacciones digitales*. España, Gedisa, 2004, p. 119.

Shneiderman, Ben. *Designing the user interface: strategies for effective human-computer interaction*. 4a ed., Massachusetts, Adison-Wesley, 2005.

Simon, Herbert A. y Kaplan, Craig A. *Foundations of Cognitive Science*. Michael Posner (ed), Cambridge, MIT Press, 1999.

Vélez Cea, Manuel. Curso *Interacción persona-ordenador: el diseño ergonómico*, correspondiente al programa de Doctorado Dibujo-Diseño y Nuevas Tecnologías. Facultad de Bellas Artes, Universidad de Granada, España, 2007.

Villafañe, Justo. *Introducción a la teoría de la imagen*. Madrid, Pirámide, 1987.

Wickens, Christopher D., *et al*. *An introduction to human factors engineering*. Longman, Nueva York. 1998, p. 185.

Yost, William A. y Nielsen, Donal W. *Fundamentals of hearing: An introduction*. San Diego, Academic Press, 2000.

Zaccagnini Sancho, José Luis y Adarraga Morales, Pablo. *Psicología e Inteligencia Artificial*. Madrid, Trotta, 1994.

Zinker, Joseph. *El proceso creativo en la terapia gestáltica*. México, Paidós, 1991.

FUENTES HEMEROGRÁFICAS

Colmenero, José María, *et al*. "Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro." *Anales de psicología*. 2001, vol. 17, nº 1 (junio), 45-67, Servicio de Publicaciones de la Universidad de Murcia, Murcia (España). ISSN: 0212-9728.

Duarte, González, *et al*. "Marco conceptual de la psicología cognitiva". *Publicación interna de la Cátedra de Psicología General II*. 1988, Facultad de Psicología, Universidad de Belgrano. Buenos Aires.

Estévez González, A. "La atención: una compleja función cerebral". Revista de Neurología. 1997; 25 (148): 1989-1997, Barcelona, ISSN 1576-6578

Folmer, Eelke y Bosch, Jan. "Architecting for usability: a survey". *Journal of Systems and Software*. Febrero 2004, v. 70, n. 1-2. pp. 61-78.

Hart, S. G. y Wickens, Christopher D. "Multiple Resources and Mental Workload". *The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. Jun 2008, vol. 50.

Kuijer, Paul F., *et al*."Effect of Job Rotation on Work Demands, Workload, and Recovery of Refuse Truck Drivers and Collectors". *Human Factors*. 2004.

Lorés, Jesús, *et al*."Evaluación". Introducción a la Interacción Persona-Ordenador. AIPO, 2006.

Marcus, Aaron. "Designing Graphical User Interfaces". UnixWorld , October 1990.

Mercado Segoviano, J.L. "Elementos de ergonomía y diseño ambiental". Cursos profesionales de técnicos superiores en diseño de interiores. Escuela de Artes Decorativas de Madrid, Madrid, 1988.

Miller, George A. "The magical number seven, plus o minus two: Some limits on our capacity for processing information". *The Psychological Review*, 1956, vol. 63, issue 2.

Schaeffer, R.S. y Bateman W. "So many colors, so many choices: The use of color in instructional multimedia pro-

ducts". *Proceedings of selected research and development presentations at the 1996 national convention of the Association for Educational Communications and Technology*. Indianapolis.

Smalley, Denis. "The listening imagination: Listening in the electroacoustic era." *Companion to Contemporary Musical Though*. 1992, Routeledge, Londres, cap. 26.

Vanderdonckt, Jean. "Adapting to mobile contexts with user-interface modeling". *Portal: the guide to computer literature*. Association for Computing Machinery, 2000, p. 83, ISBN:0-7695-0816-2.

Wharton, Cathleen, *et al*."Applying cognitive walkthroughs to more complex user interfaces: experiences, issues, and recommendations". *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*. 1992, Monterey, California, Estados Unidos, p.381-388, ISBN:0-89791-513-5.

Wharton, Cathleen, *et al*. "The Cognitive Walkthrough Method: a practitioner's guide" *Usability Inspection Methods*. Nueva York, John Wiley and Sons.

FUENTES ELECTRÓNICAS

Abascal, Julio y Moriyón, Roberto. "Tendencias en Interacción Persona Computador". *Inteligencia Artificial, Revista Iberoamericana de Inteligencia Artificial*. 2002, Vol. 6, No. 16, pp. 9-24, España, ISSN 11 37-3601. Disponible en http://erevista2.aepia.org/index.php/ia/issue/view/101

Bernanrd, Michael. "Constructing User-Centered Websites: The Early Design Phases of Small to Medium Sites", *Usability News*, 2000, Vol. 2, No.1. Disponible en http://wsupsy.psy.twsu.edu/surl/usabilitynews/2W/webdesign.htm

Bias, Randolph G. "Research Methods for Human-Computer Interaction". *JASIST*, Universität Trier, 2009, Vol. 61, No. 1, p. 204-205. Disponible en: http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/indices/a-tree/b/Bias:Randolph_G=.html

Crespo, Antonio y Cabestrero, Raúl. "Eye-Tracking Approaches". *Eye-Movement & Pupillometry Research Group*. UNED. Disponible en: http://www.uned.es/eyemovements-lab/links/tipos_movimientos.htm

Cortellezzi, Mónica M. "Movilidad y representaciones mentales", *Amérique Latine Histoire et Mémoire*. Les Cahiers. 2003, núm. 6, ALHIM, Disponible en: http://alhim.revues.org/index748.html

Granollers I Saltiveri, Toni. *Modelo de Proceso de la Ingeniería de la usabilidad y de la accesibilidad.* MPIu+a. Disponible en: http://griho2.udl.es/mpiua/diseno.htm#I

Hassan Montero, Yusef y Martín Fernández, Francisco J. "Qué es la Accesibilidad Web". *No sólo usabilidad*. No. 2, 2003. Disponible en: http://www.nosolousabilidad.com/articulos/accesibilidad.htm,ISSN 1886-8592

Jacob, Robert J. K. "Eye Tracking in Advanced Interface Design". *Virtual Environments and Advanced Interface Design*. 1995, p. 258-288, Oxford University Press, New York. Disponible en: http://www.cs.tufts.edu/~jacob/papers/barfield.pdf

Lorés, Jesús, *et al*. "Introducción a la interacción persona – ordenador". *Libro electrónico del curso de Introducción a la Interacción Persona-Ordenador (IPO)*. España, AIPO, última actualización 10/9/2006, p. 6. Disponible en: http://www.aipo.es/libro/libroe.php

Martínez, José Manuel. *¿Cómo se nos dirige la mirada?*. (2da parte) Disponible en:

http://www.imageandart.com/tutoriales/morfologia/mirada/2da_parte/index.html

Murch, Gerald M. "Physiological Principles for the Effective Use of Color". *IEEE Computer Graphics and Applications*. Nov. 1984, Vol. 4, p. 49-54. Disponible en: http://www.computer.org/portal/web/cga/home

Pardo, J. M. y De Córdoba, R.. "Funcionamiento del oído: el sistema auditivo." Ingeniería Neurosensorial. 2007,vol. 2.1, Capitulo 3.1., p. 4. Disponible en: http://insn.die.upm.es/

Rieman, John y et. al. "Usability Evaluation with the Cognitive Walkthrough". *Special Interest Group on Computer Human Interaction Bulletin*. Association for Computing Machinery, Inc. (ACM), 18 de diciembre de 1995. Disponible en http://www.sigchi.org/chi95/proceedings/tutors/jr_bdy.htm

Ríos, Magdalena. Noviembre, 2007, Universidad de Chile. Disponible en: http://oftalmoblogia.blogspot.com/2007/11/corteza-visual.html

Romero Medina, Agustín. *Ergonomía*. Asignatura optativa 5º curso licenciatura en Psicología. SUMA Campus Virtual. Disponible en http://www.um.es/docencia/

Toub, Steve. *Evaluating Information Architecture: A Practical Guide to Assessing Web Site Organization*. ARGUS Associates, 2000 , p. 2. Disponible en: http://argus-acia.com/white_papers/evaluating_ia.html

Sociedad de Ergonomistas de México, A.C. Disponible en: http://www.semac.org.mx/contenido.php

System-Concepts http://www.system-concepts.com/

Wright, Peggy, *et al*. "Techniques & Tools for Using Color In Computer Interface Design". *ACM Crossroads Student Magazine*, 2001.Disponible en http://www.acm.org/crossroads/xrds3-3/color.html

Yang Gong, *et al*. "A Distributed Information Analysis for Information Search Tasks." *AMIA Annual Symposium Proceedings*. 2005, 965. Disponible en: http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1560611

Zecchetto, Victorino, *et al*. *Seis semiológos en busca del lector: Saussure/Peirce/Barthes/Greimas/ Eco/Verón*. p. 14. Disponible en http://www.newsblog.e-pol.com.ar/usr/145/600/peirce_com_visual.doc.

http://www.areia.info/principios-del-diseno-de-interaccion-importantes-para-la-accesibilidad/

http://www.eyetools.com

http://www.rae.es

http://www.usask.ca/education/coursework/skaalid/page/scrndsgn/murch.htm

http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_list.html

http://www.usolab.com/articulos/eyetracking-usabilidad-comunicacion.php

TESIS

González Muñoz, Elvia Luz. "Carga de trabajo mental y estrés en trabajadores de la industria electrónica". Director: Rodolfo Enrique Gutiérrez Martínez. UNAM, Facultad de Psicología, México, 2006.

Rodríguez Gutiérrez, Marco Antonio. "Contaminación visual en Internet o diseño de interfaz gráfica". Director: Jorge Alberto Chuey Salazar. UNAM, Escuela Nacional de Artes Plásticas, México, 2007.