La interación persona-ordenador

Editor:

Jesús Lorés

Autores:

Julio Abascal
Ignacio Aedo
José Cañas
Miguel Gea
Ana Belén Gil
Jesús Lorés
Ana Belén Martínez
Manuel Ortega
Pedro Valero
Manuel Vélez

La interacción persona-ordenador

La interacción persona-ordenador

Editor:

Jesús Lorés

Autores:

Julio Abascal
Ignacio Aedo
José J. Cañas
Miguel Gea
Ana Belén Gil
Jesús Lorés
Ana Belén Martínez
Manuel Ortega
Pedro Valero
Manuel Vélez

© 2001 Jesús Lorés, Editor

C/ Jaume II, 69. 25001 Lleida

Primera edición: diciembre 2001

ISBN: 84-607-2255-4

Depósito Legal: L-537-2001

Reservados todos los derechos. El contenido de esta obra está protegido por la ley, que establece penas de prisión y/o multas, además de las correspondientes indemnizaciones por daños y perjuicios, para quienes reprodujeren, plagiaren, distribuyeren o comunicasen públicamente, en todo o en parte, una obra literaria, artística o científica, o su transformación, interpretación o ejecución artística fijada en cualquier tipo de soporte o comunicada a través de cualquier medio, sin la preceptiva autorización.

Todos los nombres propios de programas, sistemas operativos, equipos hardware, etc., que aparecen en este libro son marcas registradas de sus respectivas compañías u organizaciones.

AIPO, Asociación Interacción Persona Ordenador
http://aipo.griho.net

Diseño y producción: GRIHO, http://www.griho.net

Esta obra está parcialmente subvencionada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología a través de la acción especial TIC2000-2877-E

Prólogo

La Interacción Persona-Ordenador, IPO, es un área de desarrollo reciente, como tantas otras ligadas al campo de los ordenadores, con un carácter marcadamente interdisciplinario y que en los últimos años está viviendo un auge espectacular en sus diversas vertientes. Este auge se produce gracias a la capacidad cada vez mayor de los equipos informáticos y a la existencia de herramientas y aplicaciones cada vez más sofisticadas. Así, hoy día no nos asombra tener al alcance de nuestro cursor la última información procedente de cualquier lugar y referente a cualquier tema, participar en una conversación en la que los interlocutores estén separados por océanos sabiendo que la presencia de nuestros contertulios no se limita a la voz e incluso, aunque sea entre sueños, conseguir que nuestro ordenador nos de consejos acerca de la mejor forma de escribir un documento de trabajo, sea éste un anuncio, un examen o el prólogo de un libro.

En el ámbito académico esta tendencia se plasma especialmente en propuestas relativas a la estructura de los planes de estudios de Informática como las de las principales sociedades estadounidenses relacionadas con la computación, la ACM y la IEEE. También es de destacar la proliferación de universidades en todo el mundo que ofrecen cursos relacionados con esta materia.

El libro electrónico al que sirve de presentación este prólogo está escrito por un grupo de profesores de orígenes muy diversos que, coincidiendo con la puesta en marcha de la Asociación para la Interacción Persona-Ordenador, AIPO, se han propuesto el loable objetivo de englobar en una única publicación la información fundamental que puede interesar a alguien que busque una introducción a la IPO,

abarcando los aspectos más importantes directamente relacionados con la misma. El resultado es un libro que asombra por la diversidad de perspectivas desde las que se acerca a la problemática de la interacción entre las personas y los ordenadores, que se extienden desde el estudio de la gran variedad de dispositivos que hacen posible esta interacción hasta aspectos psicológicos, culturales y tecnológicos de la IPO.

La diversidad antes mencionada de las procedencias de los autores hace que leyendo el libro se perciba una proximidad y vivencia del material que se expone que no es fácil de conseguir en una publicación tan polifacética. Y, sin lugar a dudas, esta sensación es mayor por el entusiasmo que Jesús Lorés, alma mater de AIPO, ha contagiado al resto de los autores como ha hecho con la organización de la propia Asociación. En resumen, hay que felicitar indudablemente al propio Jesús Lorés y al resto de los profesores y expertos que se han lanzado a esta aventura y debemos felicitarnos por poder tener en las pantallas de nuestros ordenadores este tratado sobre la IPO que nos permitirá plantearnos con mayor profundidad la enseñanza y el aprendizaje de esta importante materia.

Roberto Moriyón

Universidad Autónoma de Madrid

Mayo de 2001

Contenidos

Prólogo

Contenidos

0 Presentación

Introducción

1 Una justificación de la docencia en Interacción Persona-Ordenador

La interacción Persona-Ordenador

2 Contenidos

Capítulo 1: Introducción a la interacción persona-ordenador
Capítulo 2: El factor humano
Capítulo 3: Metáforas, estilos y paradigmas
Capítulo 4: Evaluación
Capítulo 5: El diseño
Capítulo 6: Dispositivos
Capítulo 7: Accesibilidad
Capítulo 8: Internacionalización
Capítulo 9: Estándares y guías

Capítulo 10: Hipermedia y web
Capítulo 11: El diseño gráfico
Capítulo 12: Herramientas
Capítulo 13: Trabajo cooperativo con ordenador
Capítulo 14: Ayuda y documentación

Referencias

1 Introducción a la Interacción Persona–Ordenador

Objetivos

Introducción

1 La disciplina
Definición

2 Historia de la IPO
Preliminares
Los orígenes de la IPO
Manipulación Directa de Objetos Gráficos
El ratón
Las ventanas
Programas de dibujo y pintura
Edición y procesamiento de textos
Hoja de cálculo
Hipertexto

3 Objetivos de la IPO

4 La interfaz de usuario

5 La interdisciplinariedad de la IPO
Psicología
Diseño
Etnografía - Sociología
Ergonomía o factores humanos
Programación
Inteligencia artificial
Ingeniería del software

6 Usabilidad
¿Por qué es importante la usabilidad?
Comentarios habituales que se hacen respecto de la no necesidad de la usabilidad
Principios generales de la usabilidad

7 El diseño centrado en el usuario
MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad.
Introducción
MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad. Vista preliminar.
Análisis de requisitos
Actividades del análisis de requisitos
Diseño
Actividades del Análisis de Requisitos
Prototipado
Actividades del Análisis de Requisitos
Implementación
Lanzamiento

Referencias

Bibliografía

Publicaciones

Enlaces interesantes

2 El factor humano

Objetivos

Introducción

1 Niveles de explicación de la conducta interactiva

2 Cognición individual y distribuida

- Cognición Individual
- Cognición Distribuida

3 Arquitecturas cognitivas generales

- Arquitecturas Cognitivas relevantes
  - SOAR
  - Relación de SOAR con GOMS

4 Sensación: los canales de entrada

- Sistema visual
  - ¿Cuales son los aspectos del sistema visual que nos interesan desde el punto de vista de la IPO?
  - El color
  - Iluminación
- Sistema auditivo
  - Oído externo
  - Oído medio
  - Oído interno
  - La altura tonal y fenómenos relacionados
    - Volumen
    - Localización auditiva
  - Sonidos simultáneos
- El tacto
  - Dolor
  - Temperatura
- Sistema cenestésico y vestibular
  - Sentido cenestésico
  - Sentido vestibular
- Sistema olfativo

5 Percepción

- Organización perceptual de objetos y escenas
  - Organización perceptual y la tarea del usuario
- Percepción de la Profundidad
- Percepción y reconocimiento de Objetos
- Percepción y Atención
- Percepción y acceso al conocimiento
  - Conocimiento a través de las imágenes: el uso de iconos
  - Conocimiento de la función de los objetos: las Affordances

6 Memoria

- Memoria sensorial
- Memoria Operativa

Memoria a Largo Plazo
Memoria Procedimental
Memoria declarativa
7 Representación del conocimiento
Modelos mentales
Redes semánticas
Procesos de recuperación
Tipos de Conocimiento relevantes para IPO y la forma como son adquiridos y están representados en MLP
Conocimiento sobre la estructura y el funcionamiento del ordenador: los Modelos Mentales
El lugar del Modelo Mental en el Sistema Cognitivo Humano
Evaluación del Modelo Mental que un usuario tiene y sus aplicaciones
Obtención de datos de proximidad conceptual
Análisis de los datos de proximidad conceptual
Pathfinder
Escalamiento multidimensional
Conocimiento sobre la tarea que el usuario quiere realizar
Conocimiento adquirido durante la navegación
Extracción de conocimiento (data visualization)
Referencias
Bibliografía

3 Metáforas, estilos y paradigmas

Objetivos
Introducción
1 Metáforas
2 Metáforas verbales
3 Metáforas visuales
Metáfora del mundo real
Metáfora global
4 Metáfora del escritorio
La historia
Opiniones críticas
Metáforas compuestas
5 Metodología de creación de metáforas
Definición funcional
Identificación de los problemas del usuario
Generación de la metáfora
Evaluación de las metáforas
Volumen de la estructura
Aplicabilidad de la estructura
Representatividad
Adaptabilidad a la audiencia
Extensibilidad
Otra versión
6 Lenguaje visual para el diseño de metáforas
Objetos familiares
Verbos

Ejemplo de construcción de una metáfora
7 Ejemplos de metáforas
8 ¿Qué es la interacción?
Interacciones
Interacción multimodal
9 Estilos de Interacción
¿Qué es un estilo de interacción?
Interfaz por línea de órdenes
Ventajas y desventajas
Ventajas
Desventajas
Menús y navegación
Manipulación directa
La interfaz WIMP
Interacción asistida
Agentes de la interfaz
Integración de agentes con otras aplicaciones
Aspectos a considerar en la integración agente–aplicación
Ejemplo: El agente de Microsoft
Asistentes
Ejemplo de asistente
Ordenadores emocionales
10 Paradigmas
¿Qué es un paradigma?
Ordenador de sobremesa
Entornos virtuales y realidad virtual
La cueva (CAVE)
Beneficios y problemas
Ejemplos de uso de la realidad virtual:
Computación ubicua
Realidad aumentada
Introducción
Corrientes existentes
Líneas de trabajo
Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual
Ordenadores corporales
Dispositivos utilizados en RA
Gafas montado en casco (see–through head–mounted display)
Aplicaciones: Algunos escenarios de RA
El fontanero del futuro
Mantenimiento mecánico y reparación
Diseño interior
Construcción exterior
11 Comparación de los paradigmas de interacción
Conclusiones
Referencias
Bibliografía
Enlaces interesantes

4 Evaluación

Objetivos

Introducción

1 El diseño centrado en el usuario

2 La usabilidad

- ¿Por qué es importante la usabilidad?
- ¿En qué momento se ha de considerar la usabilidad?

3 Prototipado

- Dimensiones del prototipado
- Tipos de prototipos:
  - Prototipo de papel
  - Storyboard
  - Escenario
    - Herramientas de diagramación
    - Vídeo
  - Simulaciones
  - Prototipo de software
  - Problemas potenciales

4 ¿Que es la evaluación?

5 Métodos de evaluación

- Inspección
  - Evaluación heurística
    - 10 reglas heurísticas de usabilidad
  - Recorrido de la usabilidad plural
  - Recorrido cognitivo
    - Ambito y limitaciones del método
    - Definición de la entrada del recorrido
    - Recorriendo las acciones
    - Las características comunes de éxito
  - Inspección de estándares
- Indagación
  - Observación de campo/ Análisis etnográfico
    - Procedimiento
    - Cómo identificar artefactos y datos de afloramientos
    - Representando los datos
    - Cuándo podemos usar esta técnica
  - Estudio de campo pro–activo
    - Procedimiento
  - Grupo de discusión dirigido (*focus group*)
    - Procedimiento
  - Entrevistas
  - Cuestionario
    - Ejemplos de cuestionarios
  - Grabación del uso (*logging*)
    - Procedimiento:
- Test
  - Tipos de métodos:
- Medida de prestaciones
    - Selección de tareas
    - ¿Cómo medir la usabilidad?
- Pensando en voz alta (thinking aloud)
    - Descripción
    - Procedimiento
- Interacción constructiva
- Test retrospectivo

Método del conductor (coaching method)
6 Métodos de evaluación en el ciclo de vida
7 Coste de la usabilidad
8 Laboratorio de usabilidad
Laboratorio de usabilidad móvil
Conclusiones
Referencias
Bibliografía

5 El diseño

Objetivos
Introducción
1 Análisis centrado en el usuario
Los usuarios
Las tareas
El escenario
2 Ciclo de vida de la interfaz de usuario
3 Aproximaciones al diseño
Modelo mental y modelo conceptual
Modelo de procesador humano
Modelo de desarrollo de tareas
Modelo objeto–acción sintáctico–semántico (SSOA)
Estructura del modelo conceptual
4 Análisis de tareas
Introducción
Proceso de obtención y análisis
Métodos de análisis de tareas
Análisis jerárquico de tareas (HTA)
GOMS
KLM
TAG
UAN
ConcurTaskTrees (CTT)
5 Modelos arquitectónicos
Modelos de componentes interactivos
Modelos del diálogo
Gramáticas
Diagramas de transición de estados (STN)
Redes de Petri
Diseño orientado a objetos
Lenguaje de órdenes
Lenguaje modal
6 Modelos abstractos
El Modelo PIE
7 Estrategia de diseño
Tareas de interacción
Tarea de posicionamiento
Tarea de selección

Tarea de introducción de texto
Tarea de introducción de valor
Tarea de arrastre
Gestión de entradas del usuario
Comunicación entre objetos
Diseño de la presentación
Realimentación
Gestión de errores

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

Enlaces interesantes

6 Dispositivos

Objetivos

Introducción

1 Gestión de los periféricos

2 Teclado
Tipos de teclas
Teclas mecánicas:
Teclas de membrana:
Teclas capacitivas:
Teclas de efecto Hall:
Teclas inductivas:
Cómo funcionan
El teclado QWERTY
Composición del teclado

3 Pantalla
Monitores de vídeo
Fundamento físico del tubo de rayos catódicos.
Tarjetas controladoras de vídeo
Funcionamiento en modo texto:
Funcionamiento en modo gráfico
Pantallas de cristal líquido
Tamaño
Reducción de potencia
Imágenes mejores
Problemas de salud con las pantallas TRC

4 Ratón

5 Trackball

6 Joystick

7 Micrófono

8 Altavoces
Salida de sonido
Tipos
Sonido musical
Sonido natural

9 Interacción usando el lenguaje

Reconocimiento del habla
Métodos
Sistemas de reconocimiento de palabras aisladas
Sistemas de reconocimiento de voz continua
Sistemas dependientes del que habla
Sistemas independientes del que habla
Síntesis de voz
La identificación y verificación de la persona por el habla
Comprensión del lenguaje natural
Usos
Ordenes habladas
Dictado por la voz
Síntesis de la voz
Identificación y verificación de la persona por la voz
Comprensión del lenguaje natural
Ejemplos
Dragon Naturally Speaking
In Cube
10 Realidad virtual
Seis grados de libertad
Audio3–D
El Sonido Realista
Navegación
Dispositivos de Posicionamiento
Posicionadores Mecánicos
Posicionadores Electromagnéticos
Posicionadores Ultrasónicos
Posicionadores Infrarrojos
Posicionadores Inerciales
Elementos a tener en cuenta en un sistema de realidad virtual
Ordenador
Software
Dispositivos de Interacción
Guantes
Ratones 3D
Palancas de Mando
Dispositivos de visualización
Lentes *LCD* Resplandecientes
Cascos
Dispositivo HMD con LCD
HMD Proyectado
El HMD con TRC Pequeño
El HMD con LED de Columna Única
Monitor Omni-direccional Binocular (Binocular Omni-Orientation Monitor- BOOM)
La Cueva (the cave)
Tecnología involucrada
Aplicaciones
11 Interfaces hápticas
Anatomía y Fisiología
Dispositivos
CyberTouch
CyberGrasp
Aplicaciones
Especificaciones técnicas

Requisitos
12 Realidad aumentada
13 Pantallas táctiles
14 El lápiz
El hardware lo permite
Tinta digital, gestos y Jot
Jot
Tecnología de reconocimiento de escritura manual
15 Webcam
Partes Básicas
Conexiones y formatos
Recomendaciones para distintos usos
Cámaras *Plug & Play*
Captura y edición de vídeo profesional
Cámaras especiales *NetWork*
16 Rastreo ocular
Introducción
Funcionamiento
Problemas y limitaciones
Futuras investigaciones
17 Escáner
Funcionamiento
Parámetros de un digitalizador
18 Ordenadores corporales
Conclusiones
Bibliografía
Enlaces interesantes

7 Accesibilidad

Objetivos
Introducción
1 La importancia del diseño universal
2 ¿Que es el diseño universal?
3 Tipos de discapacidades y soluciones
Deficiencias Visuales
Color
Visión reducida
Ceguera
Auditivas
Movimiento
Cognoscitivas
La accesibilidad, una necesidad general
4 Accesibilidad en la web
5 Comprobación de la accesibilidad
Conclusiones
Actividades de recapitulación

Referencias

Bibliografía

8 Internacionalización

Objetivos

Introducción

1 Internacionalización y localización

2 Elementos de la interfaz

Iconos y gráficos
Colores
Calendarios, formatos y separadores de fecha y hora
Números y monedas con sus formatos
Ordenaciones
Unidades de medida

3 Lenguajes

Sistemas de escritura occidentales
Escritura latina
Escritura griega
La escritura cirílica
Escrituras del extremo oriente

4 Zonas de internacionalización

5 Metodología de trabajo

Composición del equipo de trabajo
Organización del código
Evaluación de la internacionalización

Conclusiones

Actividades de recapitulación

Referencias

Bibliografía

Enlaces interesantes

9 Estándares y guías

Objetivos

Introducción

1 Principios y directrices

Principios
SIMPSON [SIM85]
PREECE [PRE94]
MANDEL [MAN97]
DIX [DIX98]
SCHNEIDERMAN [SCH98]
IBM [IBM01]
Directrices

2 Estándares

Estándar de iure

Estándar de facto
3 Estándares de iure en IPO
ISO/IEC 9126
ISO 9241
ISO/IEC 10741
ISO/IEC 11581
ISO 11064
ISO 13406
ISO/IEC 14754
ISO/IEC 15910
ISO 13407
ISO/IEC 14598
ISO TR 18529
ISO 10075
4 Guías de estilo
Guías de estilo comerciales
Apple
CUA
Microsoft
Common Desktop Environment (CDE)
Motif
Open Look
Java Look and Feel
Guías de estilo para la Web
Apple
IBM
Sun
W3C
Yale Center for Advanced Instructional Media
National Cancer Institute (NIC)
5 Guías de estilo corporativas
6 Consideraciones sobre los estándares y las guías de estilo
Conclusiones
Referencias
Bibliografía
General
Guías de estilo y estándares
Enlaces interesantes
Generales
Estándares
Guías de estilo
Guías de estilo Web

11 El diseño gráfico

Objetivos
Introducción
1 La comunicación y los nuevos "media"
El papel del ser humano en los sistemas de comunicación
2 La experiencia psico–perceptual y el entendimiento humano

El conocimiento sensible
La psico–percepción
El entendimiento humano
La semiótica y ergonomía del entorno
3 El sistema gráfico: la imagen
Imagen y sentido
La lectura de la imagen
Signo, símbolo e icono
Elementos morfológicos de la imagen
El punto
La línea
La forma
La luz
El color
La dimensión temporal de la imagen
El encuadre de la imagen
El tamaño
El formato
La composición
La imagen informática
4 El presente del diseño aplicado a nuevos entornos
El diseño ergonómico del puesto de trabajo con ordenador
El diseño ergonómico de la interfaz
Aplicación de la ergonomía a la interfaz gráfica
Diseño ergonómico de los elementos estructurales de la interfaz gráfica
Diseñar la información
Diseñar la Navegación / Interacción
Recursos gráficos estructurales en el diseño de la interfaz
El uso de la imagen en el diseño de interfaz
La elección del color en la interfaz
Recomendaciones de uso del color
La elección y estructuración del texto
Recomendaciones
La evaluación de la interfaz
Conclusiones
Actividades de recapitulación
Referencias
Bibliografía

12 Herramientas

Objetivos
Introducción
1 Sistemas basados en manipulación directa
2 Técnicas de diseño
Modelo Seeheim
Model–View–Controller (MVC)
Arquitectura multi–agente (PAC)
3 Arquitecturas
Sistemas basados en ventanas y gestores de ventanas

MS Windows
X–Windows
Sistemas de ventanas de software libre
Juegos de herramientas o Toolkit

4 Herramientas de diseño y construcción de IU
Herramientas de programación
Herramientas basadas en componentes
Herramientas de autor
Entornos virtuales
Lenguajes de marcado
SGML

5 Ejemplos de lenguajes de marcado en la red

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

13 Trabajo cooperativo con ordenador

Objetivos

Introducción

1 Definición

2 Taxonomía de las aplicaciones groupware

3 Tipos de aplicaciones groupware

4 Interacción cara a cara: mismo lugar - mismo tiempo

5 Interacción asincrónica: mismo lugar - diferente tiempo

6 Interacción sincrónica distribuida: diferente lugar - mismo tiempo
Editores sincrónicos distribuidos
Entornos de trabajo
Chat
Videoconferencia

7 Interacción asincrónica distribuida: diferente lugar - diferente tiempo
El correo electrónico
NewsGroups y comunidades en red

8 Metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW

9 Un ejemplo de aplicación de CSCW y groupware en educación

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

14 Sistemas de apoyo en línea al usuario

Objetivos

Introducción

1 Diferencias entre el soporte al usuario en papel y en línea

2 Clasificación de los sistemas de apoyo en línea

Tutoriales en línea
Cómo organizar los tutoriales
Documentación en línea
Ayuda en línea
Implementar la ayuda en línea
Otros apoyos en línea

3 Desarrollo de sistemas de apoyo en línea
Planificación
Diseño
Evaluación

4 Requisitos de los apoyos en línea desde el punto de vista del usuario

Conclusiones

Actividades de recapitulación

Referencias

Bibliografía

Revistas recomendadas

Enlaces interesantes

Prólogo

Contenidos

0 Presentación

Introducción

1 Una justificación de la docencia en Interacción Persona-Ordenador
La interacción Persona-Ordenador

2 Contenidos
Capítulo 1: Introducción a la interacción persona-ordenador
Capítulo 2: El factor humano
Capítulo 3: Metáforas, estilos y paradigmas
Capítulo 4: Evaluación
Capítulo 5: El diseño
Capítulo 6: Dispositivos
Capítulo 7: Accesibilidad
Capítulo 8: Internacionalización
Capítulo 9: Estándares y guías
Capítulo 10: Hipermedia y web
Capítulo 11: El diseño gráfico
Capítulo 12: Herramientas
Capítulo 13: Trabajo cooperativo con ordenador
Capítulo 14: Ayuda y documentación

Referencias

1 Introducción a la Interacción Persona–Ordenador

Objetivos

Introducción

1 La disciplina

Definición

2 Historia de la IPO

Preliminares

Los orígenes de la IPO

Manipulación Directa de Objetos Gráficos
El ratón
Las ventanas
Programas de dibujo y pintura
Edición y procesamiento de textos
Hoja de cálculo
Hipertexto

3 Objetivos de la IPO

4 La interfaz de usuario

5 La interdisciplinariedad de la IPO

Psicología
Diseño
Etnografía - Sociología
Ergonomía o factores humanos
Programación
Inteligencia artificial
Ingeniería del software

6 Usabilidad

¿Por qué es importante la usabilidad?

Comentarios habituales que se hacen respecto de la no necesidad de la usabilidad

Principios generales de la usabilidad

8 El diseño centrado en el usuario

MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad.

Introducción
MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad. Vista preliminar.

Análisis de requisitos

Actividades del análisis de requisitos

Diseño

Actividades del Análisis de Requisitos

Prototipado

Actividades del Análisis de Requisitos

Implementación

Lanzamiento

Referencias

Bibliografía

Publicaciones

Enlaces interesantes

2 El factor humano

Objetivos

Introducción

1 Niveles de explicación de la conducta interactiva

2 Cognición individual y distribuida

- Cognición Individual
- Cognición Distribuida

3 Arquitecturas cognitivas generales

- Arquitecturas Cognitivas relevantes
  - SOAR
  - Relación de SOAR con GOMS

4 Sensación: los canales de entrada

- Sistema visual
  - ¿Cuales son los aspectos del sistema visual que nos interesan desde el punto de vista de la IPO?
  - El color
  - Iluminación
- Sistema auditivo
  - Oído externo
  - Oído medio
  - Oído interno
  - La altura tonal y fenómenos relacionados
    - Volumen
    - Localización auditiva
  - Sonidos simultáneos
- El tacto
  - Dolor
  - Temperatura
- Sistema cenestésico y vestibular
  - Sentido cenestésico
  - Sentido vestibular
- Sistema olfativo

5 Percepción

- Organización perceptual de objetos y escenas
  - Organización perceptual y la tarea del usuario
- Percepción de la Profundidad
- Percepción y reconocimiento de Objetos
- Percepción y Atención
- Percepción y acceso al conocimiento
  - Conocimiento a través de las imágenes: el uso de iconos
  - Conocimiento de la función de los objetos: las Affordances

6 Memoria

- Memoria sensorial
- Memoria Operativa
- Memoria a Largo Plazo
  - Memoria Procedimental
  - Memoria declarativa

7 Representación del conocimiento

  - Modelos mentales
  - Redes semánticas
  - Procesos de recuperación
- Tipos de Conocimiento relevantes para IPO y la forma como son adquiridos y están representados en MLP
  - Conocimiento sobre la estructura y el funcionamiento del ordenador: los Modelos Mentales

El lugar del Modelo Mental en el Sistema Cognitivo Humano
Evaluación del Modelo Mental que un usuario tiene y sus aplicaciones
Obtención de datos de proximidad conceptual
Análisis de los datos de proximidad conceptual
Pathfinder
Escalamiento multidimensional
Conocimiento sobre la tarea que el usuario quiere realizar
Conocimiento adquirido durante la navegación
Extracción de conocimiento (data visualization)

Referencias

Bibliografía

3 Metáforas, estilos y paradigmas

Objetivos

Introducción

1 Metáforas

2 Metáforas verbales

3 Metáforas visuales
Metáfora del mundo real
Metáfora global

4 Metáfora del escritorio
La historia
Opiniones críticas
Metáforas compuestas

5 Metodología de creación de metáforas
Definición funcional
Identificación de los problemas del usuario
Generación de la metáfora
Evaluación de las metáforas
Volumen de la estructura
Aplicabilidad de la estructura
Representatividad
Adaptabilidad a la audiencia
Extensibilidad
Otra versión

6 Lenguaje visual para el diseño de metáforas
Objetos familiares
Verbos
Ejemplo de construcción de una metáfora

7 Ejemplos de metáforas

8 ¿Qué es la interacción?
Interacciones
Interacción multimodal

9 Estilos de Interacción
¿Qué es un estilo de interacción?
Interfaz por línea de órdenes
Ventajas y desventajas
Ventajas

Desventajas
Menús y navegación
Manipulación directa
La interfaz WIMP
Interacción asistida
Agentes de la interfaz
Integración de agentes con otras aplicaciones
Aspectos a considerar en la integración agente–aplicación
Ejemplo: El agente de Microsoft
Asistentes
Ejemplo de asistente
Ordenadores emocionales
10 Paradigmas
¿Qué es un paradigma?
Ordenador de sobremesa
Entornos virtuales y realidad virtual
La cueva (CAVE)
Beneficios y problemas
Ejemplos de uso de la realidad virtual:
Computación ubicua
Realidad aumentada
Introducción
Corrientes existentes
Líneas de trabajo
Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual
Ordenadores corporales
Dispositivos utilizados en RA
Gafas montado en casco (see–through head–mounted display)
Aplicaciones: Algunos escenarios de RA
El fontanero del futuro
Mantenimiento mecánico y reparación
Diseño interior
Construcción exterior
11 Comparación de los paradigmas de interacción
Conclusiones
Referencias
Bibliografía
Enlaces interesantes

4 Evaluación

Objetivos
Introducción
1 El diseño centrado en el usuario
2 La usabilidad
¿Por qué es importante la usabilidad?
¿En qué momento se ha de considerar la usabilidad?
3 Prototipado
Dimensiones del prototipado
Tipos de prototipos:

Prototipo de papel
Storyboard
Escenario
Herramientas de diagramación
Vídeo
Simulaciones
Prototipo de software
Problemas potenciales

4 ¿Que es la evaluación?

5 Métodos de evaluación

Inspección
Evaluación heurística
10 reglas heurísticas de usabilidad
Recorrido de la usabilidad plural
Recorrido cognitivo
Ambito y limitaciones del método
Definición de la entrada del recorrido
Recorriendo las acciones
Las características comunes de éxito
Inspección de estándares
Indagación
Observación de campo/ Análisis etnográfico
Procedimiento
Cómo identificar artefactos y datos de afloramientos
Representando los datos
Cuándo podemos usar esta técnica
Estudio de campo pro–activo
Procedimiento
Grupo de discusión dirigido (*focus group*)
Procedimiento
Entrevistas
Cuestionario
Ejemplos de cuestionarios
Grabación del uso (*logging*)
Procedimiento:
Test
Tipos de métodos:
Medida de prestaciones
Selección de tareas
¿Cómo medir la usabilidad?
Pensando en voz alta (thinking aloud)
Descripción
Procedimiento
Interacción constructiva
Test retrospectivo
Método del conductor (coaching method)

6 Métodos de evaluación en el ciclo de vida

7 Coste de la usabilidad

8 Laboratorio de usabilidad

Laboratorio de usabilidad móvil

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

5 El diseño

Objetivos

Introducción

1 Análisis centrado en el usuario
- Los usuarios
- Las tareas
- El escenario

2 Ciclo de vida de la interfaz de usuario

3 Aproximaciones al diseño
- Modelo mental y modelo conceptual
  - Modelo de procesador humano
  - Modelo de desarrollo de tareas
  - Modelo objeto–acción sintáctico–semántico (SSOA)
- Estructura del modelo conceptual

4 Análisis de tareas
- Introducción
  - Proceso de obtención y análisis
- Métodos de análisis de tareas
- Análisis jerárquico de tareas (HTA)
- GOMS
- KLM
- TAG
- UAN
- ConcurTaskTrees (CTT)

5 Modelos arquitectónicos
- Modelos de componentes interactivos
- Modelos del diálogo
  - Gramáticas
  - Diagramas de transición de estados (STN)
  - Redes de Petri
- Diseño orientado a objetos
  - Lenguaje de órdenes
  - Lenguaje modal

6 Modelos abstractos
  - El Modelo PIE

7 Estrategia de diseño
- Tareas de interacción
  - Tarea de posicionamiento
  - Tarea de selección
  - Tarea de introducción de texto
  - Tarea de introducción de valor
  - Tarea de arrastre
- Gestión de entradas del usuario
  - Comunicación entre objetos
- Diseño de la presentación
  - Realimentación
  - Gestión de errores

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

Enlaces interesantes

6 Dispositivos

Objetivos

Introducción

1 Gestión de los periféricos

2 Teclado

- Tipos de teclas
  - Teclas mecánicas:
  - Teclas de membrana:
  - Teclas capacitivas:
  - Teclas de efecto Hall:
  - Teclas inductivas:
- Cómo funcionan
- El teclado QWERTY
- Composición del teclado

3 Pantalla

- Monitores de vídeo
  - Fundamento físico del tubo de rayos catódicos.
  - Tarjetas controladoras de vídeo
    - Funcionamiento en modo texto:
    - Funcionamiento en modo gráfico
  - Pantallas de cristal líquido
  - Tamaño
  - Reducción de potencia
  - Imágenes mejores
- Problemas de salud con las pantallas TRC

4 Ratón

5 Trackball

6 Joystick

7 Micrófono

8 Altavoces

- Salida de sonido
- Tipos
  - Sonido musical
  - Sonido natural

9 Interacción usando el lenguaje

- Reconocimiento del habla
  - Métodos
  - Sistemas de reconocimiento de palabras aisladas
  - Sistemas de reconocimiento de voz continua
  - Sistemas dependientes del que habla
  - Sistemas independientes del que habla
- Síntesis de voz
- La identificación y verificación de la persona por el habla
- Comprensión del lenguaje natural
- Usos
  - Ordenes habladas
  - Dictado por la voz

Síntesis de la voz
Identificación y verificación de la persona por la voz
Comprensión del lenguaje natural
Ejemplos
Dragon Naturally Speaking
In Cube

10 Realidad virtual
Seis grados de libertad
Audio3–D
El Sonido Realista
Navegación
Dispositivos de Posicionamiento
Posicionadores Mecánicos
Posicionadores Electromagnéticos
Posicionadores Ultrasónicos
Posicionadores Infrarrojos
Posicionadores Inerciales
Elementos a tener en cuenta en un sistema de realidad virtual
Ordenador
Software
Dispositivos de Interacción
Guantes
Ratones 3D
Palancas de Mando
Dispositivos de visualización
Lentes *LCD* Resplandecientes
Cascos
Dispositivo HMD con LCD
HMD Proyectado
El HMD con TRC Pequeño
El HMD con LED de Columna Única
Monitor Omni-direccional Binocular (Binocular Omni-Orientation Monitor- BOOM)
La Cueva (the cave)
Tecnología involucrada
Aplicaciones

11 Interfaces hápticas
Anatomía y Fisiología
Dispositivos
CyberTouch
CyberGrasp
Aplicaciones
Especificaciones técnicas
Requisitos

12 Realidad aumentada

13 Pantallas táctiles

14 El lápiz
El hardware lo permite
Tinta digital, gestos y Jot
Jot
Tecnología de reconocimiento de escritura manual

15 Webcam
Partes Básicas
Conexiones y formatos

Recomendaciones para distintos usos
Cámaras *Plug & Play*
Captura y edición de vídeo profesional
Cámaras especiales *NetWork*
16 Rastreo ocular
Introducción
Funcionamiento
Problemas y limitaciones
Futuras investigaciones
17 Escáner
Funcionamiento
Parámetros de un digitalizador
18 Ordenadores corporales
Conclusiones
Bibliografía
Enlaces interesantes

7 Accesibilidad

Objetivos
Introducción
1 La importancia del diseño universal
2 ¿Que es el diseño universal?
3 Tipos de discapacidades y soluciones
Deficiencias Visuales
Color
Visión reducida
Ceguera
Auditivas
Movimiento
Cognoscitivas
La accesibilidad, una necesidad general
4 Accesibilidad en la web
5 Comprobación de la accesibilidad
Conclusiones
Actividades de recapitulación
Referencias
Bibliografía

8 Internacionalización

Objetivos
Introducción
1 Internacionalización y localización
2 Elementos de la interfaz
Iconos y gráficos

Colores
Calendarios, formatos y separadores de fecha y hora
Números y monedas con sus formatos
Ordenaciones
Unidades de medida

3 Lenguajes

Sistemas de escritura occidentales
Escritura latina
Escritura griega
La escritura cirílica
Escrituras del extremo oriente

4 Zonas de internacionalización

5 Metodología de trabajo

Composición del equipo de trabajo
Organización del código
Evaluación de la internacionalización

Conclusiones

Actividades de recapitulación

Referencias

Bibliografía

Enlaces interesantes

9 Estándares y guías

Objetivos

Introducción

1 Principios y directrices

Principios
SIMPSON [SIM85]
PREECE [PRE94]
MANDEL [MAN97]
DIX [DIX98]
SCHNEIDERMAN [SCH98]
IBM [IBM01]
Directrices

2 Estándares

Estándar de iure
Estándar de facto

3 Estándares de iure en IPO

ISO/IEC 9126
ISO 9241
ISO/IEC 10741
ISO/IEC 11581
ISO 11064
ISO 13406
ISO/IEC 14754
ISO/IEC 15910
ISO 13407

ISO/IEC 14598
ISO TR 18529
ISO 10075

4 Guías de estilo

Guías de estilo comerciales
Apple
CUA
Microsoft
Common Desktop Environment (CDE)
Motif
Open Look
Java Look and Feel

Guías de estilo para la Web
Apple
IBM
Sun
W3C
Yale Center for Advanced Instructional Media
National Cancer Institute (NIC)

5 Guías de estilo corporativas

6 Consideraciones sobre los estándares y las guías de estilo

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

General
Guías de estilo y estándares

Enlaces interesantes

Generales
Estándares
Guías de estilo
Guías de estilo Web

11 El diseño gráfico

Objetivos

Introducción

1 La comunicación y los nuevos “media”

El papel del ser humano en los sistemas de comunicación

2 La experiencia psico–perceptual y el entendimiento humano

El conocimiento sensible
La psico–percepción
El entendimiento humano
La semiótica y ergonomía del entorno

3 El sistema gráfico: la imagen

Imagen y sentido
La lectura de la imagen
Signo, símbolo e icono
Elementos morfológicos de la imagen
El punto
La línea

La forma
La luz
El color
La dimensión temporal de la imagen
El encuadre de la imagen
El tamaño
El formato
La composición
La imagen informática

4 El presente del diseño aplicado a nuevos entornos

El diseño ergonómico del puesto de trabajo con ordenador
El diseño ergonómico de la interfaz
Aplicación de la ergonomía a la interfaz gráfica
Diseño ergonómico de los elementos estructurales de la interfaz gráfica
Diseñar la información
Diseñar la Navegación / Interacción
Recursos gráficos estructurales en el diseño de la interfaz
El uso de la imagen en el diseño de interfaz
La elección del color en la interfaz
Recomendaciones de uso del color
La elección y estructuración del texto
Recomendaciones
La evaluación de la interfaz

Conclusiones

Actividades de recapitulación

Referencias

Bibliografía

12 Herramientas

Objetivos

Introducción

1 Sistemas basados en manipulación directa

2 Técnicas de diseño

Modelo Seeheim
Model–View–Controller (MVC)
Arquitectura multi–agente (PAC)

3 Arquitecturas

Sistemas basados en ventanas y gestores de ventanas
MS Windows
X–Windows
Sistemas de ventanas de software libre
Juegos de herramientas o Toolkit

4 Herramientas de diseño y construcción de IU

Herramientas de programación
Herramientas basadas en componentes
Herramientas de autor
Entornos virtuales
Lenguajes de marcado
SGML

5 Ejemplos de lenguajes de marcado en la red

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

13 Trabajo cooperativo con ordenador

Objetivos

Introducción

1 Definición

2 Taxonomía de las aplicaciones groupware

3 Tipos de aplicaciones groupware

4 Interacción cara a cara: mismo lugar - mismo tiempo

5 Interacción asincrónica: mismo lugar - diferente tiempo

6 Interacción sincrónica distribuida: diferente lugar - mismo tiempo

Editores sincrónicos distribuidos
Entornos de trabajo
Chat
Videoconferencia

7 Interacción asincrónica distribuida: diferente lugar - diferente tiempo

El correo electrónico
NewsGroups y comunidades en red

8 Metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW

9 Un ejemplo de aplicación de CSCW y groupware en educación

Conclusiones

Referencias

Bibliografía

15 Evaluación Heurística

Objetivos

1 Introducción

2 Definición de Evaluación Heurística

Ventajas y Desventajas de la Evaluación Heurística

3 El concepto de Principio Heurístico

Las ocho reglas de oro de Ben Schneidermann
Principios heurísticos de Molich y Nielsen
Aplicación de los Principios heurísticos de Molich y Nielsen: la lista de comprobación de ítems de D. Pierotti
Principios heurísticos de Constantine
Principios heurísticos para Web de Instone
Principios heurísticos para DCU de Mayhew
Principios heurísticos para páginas de inicio de Nielsen y Tahir
Principios heurísticos para Web de Tognazzini

4 Pasos de una Evaluación Heurística

Planificación de una Evaluación Heurística
Puesta en Marcha de una Evaluación Heurística
Análisis de resultados de una Evaluación Heurística

5 Conclusiones

Referencias

Bibliografía

Presentación

Jesús Lorés
Universitat de Lleida

1 Presentación

Última modificación: 02/05/2001

Introducción **3**
1 Una justificación de la docencia en Interacción Persona-Ordenador **4**
2 Contenidos **5**
Referencias **14**

Introducción

El libro siempre ha sido una forma fundamental de comunicación de conocimientos entre las personas y ha ido evolucionando en cuanto a formato a lo largo del tiempo. Hoy, en el umbral del nuevo milenio, la maduración de la red Internet nos permite ofrecer el curso de Interacción Persona-Ordenador (IPO) en un formato digital.

Este cambio es mas que un cambio de formato. Tal como dice NEGROPONTE en su libro *Being digital* [NEG96], estamos pasando de átomos a bits, de papeles a pantallas, de una biblioteca física a una biblioteca virtual. En esta biblioteca virtual, el copyright es un artefacto de GUTENBERG: se pueden tener tantas copias del libro como se quieran, no hace falta ir al servicio de préstamos y cada copia es perfecta. Además la transmisión del libro es muy barata: el coste es prácticamente inexistente porque, mientras no cambie la política de Internet, muchas veces no sabemos quien paga parte de la transmisión.

Este libro ha nacido como resultado de un esfuerzo colectivo de un grupo de profesores universitarios de la Asociación para la Interacción Persona-Ordenador (AIPO) y su objetivo es ofrecer a la comunidad universitaria de habla hispana un libro básico de introducción a la IPO con el objetivo de aportar material docente básico para impartir esta disciplina y como compendio común y consensuado de los conoci-

mientos básicos necesarios para emprender proyectos de investigación en esta disciplina.

1 Una justificación de la docencia en Interacción Persona-Ordenador

El Informe de ACM/IEEE-CS "*Joint Curriculum Task Force Computing Curricula 1991*" [ACM91] establece nueve áreas temáticas para cubrir la materia de la disciplina de informática. La Interacción Persona-Ordenador es una de ellas, junto a Gráficos.

En 1988 el Grupo de Interés Especial en Interacción Persona-Ordenador (ACM-SIGCHI) puso en marcha un comité con el objetivo de hacer un diseño curricular. Su tarea fue la de redactar una serie de recomendaciones sobre educación en IPO y en 1992 redactó el documento "*Curricula for Human-Computer Interaction*" [ACM92], con una serie de recomendaciones para la realización de cursos de IPO.

Desde febrero de 2001 se dispone de una nueva versión del informe de ACM/IEEE para desarrollar guías curriculares de programas docentes de informática. El informe final apareció en verano de 2001. En dicho documento, "*Ironman Report*" [ACM01], la IPO se encuentra ya como un área diferenciada entre las catorce que se definen.

Por tanto, la valoración que la IPO merece como disciplina independiente por las principales sociedades informáticas hace lógica su inclusión en los planes de estudio, a parte de la necesidad de formación en esta disciplina para profesionales en la industria.

Para cubrir los aspectos mencionados y los objetivos marcados, la IPO debe abarcar gran cantidad de áreas diferentes, que incluyan distintos aspectos tanto del ser humano como del ordenador: Informática (diseño e ingeniería de las interfaces), Psicología (teoría y aplicación de los procesos cognitivos y el análisis empírico del comportamiento de los usuarios), Sociología y Antropología (interacción entre tecnología, trabajo y organizaciones) y Diseño Industrial (productos interactivos), entre otros.

Los temas que se escogieron en el currículum de ACM se derivaron de la consideración de los aspectos interrelacionados de la Interacción Persona-Ordenador: la naturaleza de la interacción, uso y contexto de los ordenadores, características del ser humano, ordenadores y arquitectura de la interfaz y proceso de desarrollo. También hay que tener en cuenta la presentación de proyectos y la evaluación de éstos.

La interacción Persona-Ordenador

El automóvil es una de las herramientas de uso mas generalizado en el mundo actual. Cuando conducimos un coche su panel de control generalmente es bien visible y prácticamente se establecen unas relaciones muy claras entre los controles y sus efectos, entre los objetivos y necesidades del conductor, que es su usuario, y las funciones disponibles. Cada control normalmente solo tiene una función. Por ejemplo, cuando se aprieta el acelerador nos damos cuenta de que la aguja del control de la velocidad sube y que el coche va mas rápido. Es evidente que hay una buena reglamentación entre la causa y el efecto y que el sistema es comprensible.

En general las relaciones entre los objetivos del usuario, las acciones que se realizan y los resultados son claras y no arbitrarias. De hecho la mayor parte de las personas es capaz de aprender a conducir un coche relativamente rápido y, en general, el cambio de un coche a otro no supone ningún problema, porque hay una buena estandarización; podemos decir que el sistema de interacción persona-

automóvil está bien resuelto. Todo y que no llega al uso prácticamente generalizado del coche, el uso de los ordenadores se ha popularizado en los últimos años. Los ordenadores hoy en día, son utilizado por un amplio abanico de personas para todo tipo de objetivos. Algunos sistemas informáticos funcionan con poca intervención humana pero la mayor parte son interactivos, interactuando con personas o usuarios que están involucrados en la resolución de tareas. En estos casos la interfaz persona-ordenador, que también es conocida como la interfaz de usuario, es normalmente un factor muy importante del éxito o del fracaso de un sistema interactivo.

Hablando estrictamente, la interfaz la componen los dispositivos de entrada y salida y los programas que la hacen funcionar, pero desde un punto de vista mas general comprende todo lo que tiene que ver con la experiencia de un usuario y el ordenador, como el entorno de trabajo, la organización en la que trabaja, el entrenamiento que ha tenido, la ayuda que recibe, etc.

¿Por que es tan importante estudiar la interfaz de usuario? Porque tal como hemos dicho antes es una parte importante del éxito de una aplicación interactiva. Los trabajos realizados por MYERS [MYE92] en una encuesta hecha para los desarrolladores, dice que ellos estiman que alrededor de un 48% del código de una aplicación esta dedicado a la interfaz. A pesar de su importancia la interacción persona-ordenador es una de las disciplinas con menos dedicación en los estudios de informática y, muchas veces, poco pensadas en el momento de hacer la documentación de un proyecto, dejándose a menudo para el final. Un aspecto que también debe destacarse es que cada vez los ordenadores serán utilizados por gente menos preparada, por lo que los recursos y los conocimientos necesarios para el diseño y desarrollo de los interfaces serán cada vez más necesarios.

Este libro es una introducción a la Interacción Persona-Ordenador, IPO, conocida en inglés como *Human-Computer Interaction*, que nos da el acrónimo de HCI, tal y como es conocida esta disciplina en el ámbito internacional. Como referencia de organizaciones dedicadas a este tema tendríamos la ACM, *Association for Computer Machinery*, que dispone de un grupo de especial de interés en el tema, SIGCHI, *Special Interest Group on Human Computer Interaction*. Esta organización tiene un currículum dedicado a la HCI que hemos seguido en la redacción de los contenidos.

2 Contenidos

Capítulo 1: Introducción a la interacción persona-ordenador

Cuando los seres humanos y los ordenadores interactúan lo hacen a través de un medio o interfaz. Una interfaz es una superficie de contacto que refleja las propiedades físicas de los que interactúan, las funciones a realizar y el balance de poder y control.

En el caso de la Interacción Persona Ordenador, la interfaz es el punto en el que seres humanos y ordenadores se ponen en contacto, transmitiéndose mutuamente tanto información, órdenes y datos como sensaciones, intuiciones y nuevas formas de ver las cosas. Por otro lado, la interfaz es también un límite a la comunicación en muchos casos, ya que aquello que no sea posible expresar a través de ella permanecerá fuera de nuestra relación mutua. Ahora bien, mientras que a veces esos límites derivan del estado actual de nuestros conocimientos acerca de cualquiera de las partes implicadas, en muchos casos la interfaz se convierte en una barrera debido a un pobre diseño y una escasa atención a los detalles de la tarea a realizar.

En este texto centraremos nuestros esfuerzos en transmitir qué es una superficie usable, quiénes son los protagonistas que están a un y otro lado y cuales son las disciplinas que nos pueden ayudar en este trabajo.

La interfaz forma parte de un entorno cultural, físico y social y por tanto tendremos una serie de factores que hemos de tener en cuenta en el momento de diseñarlas.

Capítulo 2: El factor humano

Los seres humanos estamos sujetos a pérdidas de concentración, cambios en el carácter, motivación y emociones. También tenemos prejuicios y miedos, y cometemos errores y faltas de juicio.

Al mismo tiempo podemos protagonizar hechos remarcables, percibir y responder rápidamente a estímulos, resolver problemas complejos, crear obras de arte y coordinar acciones con otros en una orquesta, hacer volar aviones o rodar películas.

En el pasado los diseñadores de sistemas informáticos no habían dado importancia al elemento humano porque se suponía que sin mucho esfuerzo, los usuarios podían aprender y hacer uso de los sistemas y las aplicaciones desarrolladas. No obstante y como probablemente todos conocemos por la experiencia, el uso de los sistemas es muchas veces difícil, complicado y frustrante.

Pensamos que es importante dedicar un poco de tiempo a intentar comprender los aspectos humanos de la informática y dentro de los mismos el sistema cognitivo, porque nos puede ser muy útil para definir modelos de interfaces que se adapten más fácilmente a los modelos cognitivos del ser humano.

En este capítulo empezaremos por plantear un marco referencia donde encuadrar los diferentes niveles en los que se puede analizar el componente humano en la interacción. Este marco nos servirá para enfocar los aspectos sensoriales, perceptuales, de memoria, etc. de los siguientes apartados. Sin embargo, antes de pasar a estos apartados, es conveniente tratar algunos aspectos conceptuales como son la definición de 'Cognición' y la distinción entre 'Cognición Individual' y Cognición Distribuida'.

Capítulo 3: Metáforas, estilos y paradigmas

Este capítulo está dedicado a dar una perspectiva de los escenarios y conceptos genéricos en que se organizan los sistemas interactivos: metáforas, estilos y paradigmas.

Hasta hace poco, la mayor parte de los intercambios de información entre las personas y los ordenadores se hacían tecleando texto y recibiendo posteriormente las respuestas visualizadas en la pantalla y todavía es una manera de interaccionar con el ordenador muy utilizada.

Posteriormente, debido a la necesidad de su uso en las empresas, se comenzó a interaccionar utilizando menús y formularios copiados de los existentes en las empresas. Desde hace un cierto tiempo, con la proliferación del ordenador personal, se ha generalizado la interacción por manipulación directa utilizando interfaces gráficas: en vez de teclear texto, manipulamos objetos visuales y los modificamos utilizando representaciones gráficas de estos objetos.

En sucesivos horizontes temporales veremos nuevas formas de interaccionar con los ordenadores: la realidad virtual, el uso del lenguaje natural, la migración de la interacción de las pantallas y el teclado al entorno que nos propone la realidad aumentada.

Capítulo 4: Evaluación

En diferentes temas del libro se expone que el prototipado y la evaluación constituye una parte básica a lo largo de todo el proceso de diseño de un sistema centrado en el usuario. Si dejamos la validación del diseño para el final no podremos conocer si un diseño o un sistema cumple las expectativas de los usuarios y se adapta a su contexto social, físico y organizativo.

La evaluación es un aspecto fundamental a tener en cuenta en el diseño de sistemas interactivos. Esta evaluación se realiza a través del uso de diferentes métodos que pueden ser útiles en diferentes momentos y de los cuales hemos de conocer cómo realizarlos y el coste que puede suponer su utilización.

En este capítulo presentamos una clasificación y una descripción de los diferentes métodos de evaluación, en qué momento utilizarlos dentro del ciclo de vida y el coste que puede suponer su utilización.

Capítulo 5: El diseño

Los sistemas interactivos se caracteriza por la importancia del diálogo con el usuario. La interfaz de usuario es por tanto, una parte fundamental en el proceso de desarrollo de cualquier aplicación y por tanto se tiene que tener en cuenta su diseño desde el principio. La interfaz es la parte (hardware y software) del sistema informático que facilita al usuario el acceso a los recursos del ordenador. En este sentido, THIMBLEBY sugiere que la interfaz determinará en gran medida la percepción e impresión que el usuario poseerá de la aplicación. El usuario no está interesado en la estructura interna de la aplicación, sino en cómo usarla. No se puede realizar la especificación, diseñar las funciones y estructuras de datos y escribir el código y una vez casi terminado el proceso de desarrollo de la aplicación plantearse el diseño de la interfaz de usuario. Siguiendo esta forma de trabajo lo mas seguro es que se obtengan diseños de interfaces muy dependientes de los diseños que se han realizado de las datos y de las funciones, sin tener en cuenta que esos datos han de ser obtenidos y representados por y para el usuario.

Una vez tenemos hecha la especificación, propuesto un diseño y el código está implantado, es muy difícil cambiar las características de la interacción y presentación de la información, excepto pequeñas cosas. Por tanto, deberemos empezar con un idea clara de cómo queremos la interfaz y como serán las interacciones con el usuario para después, desarrollar las especificaciones funcionales que sirvan de guía al diseño posterior.

En el desarrollo de aplicaciones interactivas se podrán aplicar las técnicas de la ingeniería de software, pero teniendo en cuenta que hemos de modificar algunos aspectos de los métodos de diseño clásico para adaptarlos a las peculiaridades de estos sistemas. Hay que tener en cuenta que un aspecto fundamental es el análisis y diseño de la parte interactiva, y que para realizarlo, necesitaremos aplicar de técnicas de análisis y diseño específicas.

El desarrollo de un sistema interactivo deberá tener en cuenta a los participantes que van a intervenir en el mismo: el usuario, que posee la capacidad de elección y actuación, la computadora, que ofrece un programa y mecanismos para su acceso, y el diseñador, el encargado de anticipar las posibles acciones del usuario y codificarlas en el programa. Todo ello se articula a través de la interfaz de Usuario de la aplicación.

La tendencia hacia interfaces de usuarios fáciles de usar provoca que su diseño sea cada vez más complejo. La interfaz de usuario, como medio de comunicación entre el humano y la computadora se caracteriza por su apariencia (presentación) y su capacidad de gestión del diálogo. Podemos encontrar multitud de productos que permiten la descripción y generación automática de la apariencia externa de una aplicación mediante la utilización de paletas de recursos (botones, menús, etc.) herramientas visuales, *toolkits*, etc. Sin embargo, estas herramientas no suministran suficiente ayuda en el análisis del comportamiento dinámico de la interfaz, en

su descripción y sobre todo, no aseguran su corrección. A continuación introduciremos una aproximación de ingeniería para el diseño de sistemas interactivos.

Capítulo 6: Dispositivos

Durante estos últimos años ha habido un progreso espectacular en la mejora de las prestaciones de los ordenadores y en la reducción de su precio y, en consecuencia, ha aumentado de forma espectacular el número de usuarios. Paralelamente, ha habido un gran progreso en la mejora de dispositivos de interacción y en la aparición de nuevos dispositivos.

Los antiguos teletipos han sido reemplazados por pantallas de alta resolución que empiezan a ser planas y, aunque se continúa utilizando el teclado, se ha generalizado el uso del ratón.

Estamos también asistiendo actualmente a la aparición de un número importante de nuevos dispositivos de interacción que complementan los del ordenador de sobremesa actual o para ser utilizados en nuevos estilos de interacción como por ejemplo los lápices utilizados en los ordenadores basados en escritura manual, los dispositivos de realidad virtual, hápticos, realidad aumentada, o que simplemente son dispositivos ya existentes, rediseñados para adaptarlos a nuevas necesidades como los kioscos, etc. A este esfuerzo ha colaborado sin duda la reciente preocupación en los aspectos humanos de las interfaces.

En este capítulo, tras una revisión de la forma en que se manejan los periféricos en el ordenador, presentamos una visión general del estado actual de los dispositivos de interacción y los diferentes ámbitos en que se aplican: ordenadores personales, entrada y salida por voz, realidad virtual.

Capítulo 7: Accesibilidad

Los seres humanos son diferentes entre sí y todas las interfaces de usuario deberían acomodarse a esas diferencias de tal modo que cualquier persona fueran capaces de utilizarlo sin problemas. El objetivo a lograr en este caso es la denominada *usabilidad universal*, la cual pretende que nadie se vea limitado en el uso de algo por causa de esas diferencias. Es necesario evitar diseñar solamente atendiendo a características de grupos de población específicos, imponiendo barreras innecesarias que podrían ser evitadas prestando más atención a las limitaciones de éstos.

Cuando una diferencia individual supera un límite más o menos arbitrario a menudo recibe la etiqueta de discapacidad. Este texto revisará algunas de las discapacidades más comunes así como las soluciones utilizadas para corregir los inconvenientes que producen al usar las interfaces de hoy en día. No obstante, no quisiéramos dejar de mencionar que aquello que caracteriza a muchas de estas discapacidades está presente en grado diferente (menor o mayor) entre muchos personas considerados *normales,* por lo que tener en cuenta las recomendaciones pertinentes no sólo es importante para aquellos con limitaciones mayores. Por ejemplo, la ceguera al color puede variar en diferentes grados entre personas pero sólo unos pocos presentarán la denominada “ceguera al color” de modo total. Sin embargo, la recomendación de evitar codificar información importante sólo por medio de colores beneficiará tanto a los casos más extremos como a los más moderados (y posiblemente al conjunto de los usuarios).

A menudo, las ayudas proporcionadas a estos individuos pueden ser aprovechadas para condiciones de trabajo especiales, en los que las limitaciones son producto de la situación antes que de los personas. Por ejemplo, los métodos apropiados para manejar un ordenador por medio de la voz puede ser aplicado a situaciones en las que los personas tienen las manos ocupadas realizando otra tarea.

Este capítulo revisará en primer lugar algunas de las razones por las que es necesario tener en cuenta a los usuarios con necesidades especiales. En segundo lugar,

introducirá algunas de las discapacidades más importantes y las soluciones utilizadas habitualmente para compensarlas. Es necesario tener en cuenta que esas soluciones tienen una parte que es proporcionada de modo genérico (por ejemplo por el fabricante del sistema operativo) y otra parte que necesita ser complementada por los desarrolladores de productos o aplicaciones individuales. Finalmente, comentaremos algunas cuestiones referidas a la comprobación de la accesibilidad por parte de los desarrolladores.

Capítulo 8: Internacionalización

El objetivo de muchas empresas relacionadas con el desarrollo de software es hacer llegar sus productos a mercados internacionales. Esto por un lado implica un aumento enorme del número de posibles usuarios, pero por otro lleva a un esfuerzo adicional para lograr que el interfaz de usuario, la documentación y, en algunos casos, incluso la funcionalidad se ajusten a los diferentes destinos posibles.

Un caso extremo muy a tener en cuenta es el de los sitios web, ya que éstos, desde el primer momento, son accesibles a los usuarios internacionales. Si nuestro objetivo es ofrecer nuestros servicios a la mayoría de usuarios posibles entonces será necesario evaluar la compatibilidad que tienen con culturas, lenguas y gustos que pueden variar enormemente entre sí.

El siguiente texto ofrece unas orientaciones sobre cómo lograr un producto adecuadamente internacionalizado así como referencias que pueden ayudar a encontrar material adicional sobre el tema.

En este capítulo se tratarán diversos aspectos relacionados con la internacionalización de software. En primer lugar se introducirá la distinción entre internacionalización y localización, en segundo, comentaremos algunos de los elementos del interfaz relacionados con la internacionalización que es necesario prever que pueden variar entre las diferentes versiones del software, dedicando una sección exclusiva a las cuestiones relacionadas con el lenguaje debido a su especial importancia. Los dos últimos tratarán lo referido a la evaluación de la correcta internacionalización y a los aspectos técnicos y de organización del equipo de trabajo que es necesario tener en cuenta para llevar a cabo esta tarea de la manera más eficiente posible.

Capítulo 9: Estándares y guías

Antiguamente el software era diseñado con poca consideración hacia el usuario: el usuario debía adaptarse al sistema. Sin embargo, esto hoy en día no puede ocurrir. Está claro que la interfaz de un software bien diseñado debería establecer, al igual que ocurre con los buenos educadores en la enseñanza, un enlace o relación con los usuarios, guiándoles en el aprendizaje y haciéndoles que disfruten de lo que están haciendo.

Evidentemente, para conseguir esto es necesario un buen entendimiento del modelo mental del usuario, así como de sus habilidades psíquicas, físicas y psicológicas. Sin embargo, los diseñadores generalmente no son expertos en estos temas. Es por eso que esta información, consensuada por la mayoría de los expertos en la materia, se ha plasmado en unos principios generales de diseño de interfaces de usuario.

Estos principios son conceptos de muy alto nivel que deberían ser empleados en el diseño del software. Sin embargo, para ciertos productos y situaciones unos principios pueden entrar en conflicto con otros. Son necesarias entonces unas *reglas de diseño* que guíen al diseñador con el fin de incrementar la usabilidad del producto a diseñar.

Estas reglas de diseño pueden clasificarse en estándares y directrices, dónde de una forma aproximada podemos decir que, los estándares son altos en autoridad y

limitados en aplicación, mientras que las directrices son más bajas en autoridad y más generales en aplicación.

La mayoría de los sistemas de interfaces gráficas de usuario han publicado directrices que describen como asociar estos principios abstractos a entornos de programación específicos. Estas directrices reciben el nombre de guías de estilo y reflejan que no son reglas estrictas, sino convenciones sugeridas para programar en dicho entorno.

Las guías de estilo permiten a los diseñadores tener marcos generales de diseño que les pueden ayudar a tomar decisiones correctas en sus diseños. Estas guías pueden adoptar una gran variedad de formas y se pueden obtener en diferentes sitios, como por ejemplo en artículos de revistas académicas, profesionales o comerciales que dan una buena referencia del estado actual en cuanto a práctica y experiencia.

Una empresa con el fin de mantener su imagen corporativa puede disponer también de una guía de estilo propia que recibe el nombre de guía de estilo corporativa.

Capítulo 10: Hipermedia y web

La hipermedia pretende combinar las ventajas del hipertexto con las de la multimedia con el fin de dar lugar a sistemas útiles y fáciles de utilizar. El hipertexto organiza la información de forma asociativa de manera que el usuario navega por conceptos relacionados seleccionando una serie de enlaces. De esta forma, se consigue que el acceso a la información sea no sólo más eficiente sino también más intuitiva y cercana a los objetivos del usuario. Además, el uso de información multimedia dota a los sistemas de una gran riqueza expresiva que puede aprovecharse para incrementar la calidad de las aplicaciones. Así por ejemplo, en campos tales como la educación asistida por ordenador resulta incuestionable la utilidad de esta tecnología pues, mientras por un lado el hipertexto permite al alumno explorar libremente el conocimiento de acuerdo con sus necesidades y metas, por el otro, la multimedia hace posible transmitir la información utilizando diversos canales sensoriales y, además, permite plantear actividades interactivas de todo tipo.

En este capítulo se analizan las características de los sistemas hipermedia, que pese a presentar un gran número de ventajas no están exentos de problemas. También se describirán cuáles son los componentes de un sistema hipermedia y como se crean los sistemas hipermedia.

Capítulo 11: El diseño gráfico

En la última década, el crecimiento de las nuevas tecnologías de la información ha hecho necesaria la organización en torno a ellas de los medios de comunicación y de la industria, dando lugar a un cambio fundamental en la sociedad; que, protagonizado por las industrias informáticas y audiovisuales ha alterado nuestro medio, y en el que las innovaciones apenas establecidas, vuelven a cambiar, afectando a las personas que conviven con ellas.

La necesidad de adecuarnos al tiempo que nos toca vivir impone un continuo reciclaje de nuestros hábitos, así como aprender nuevos modos de relacionarnos y trabajar. Resolver este desafío pasa por dotar de significado a productos y servicios ofrecidos dotándolos de estructura y comprensión a escala humanizada.

Esta es la razón de la necesaria y correcta interacción de las nuevas máquinas con el hombre, pues nos encontramos ante un adelanto técnico, el ordenador, que introducido en todos los dominios de la vida cotidiana, obliga a los usuarios del medio a adquirir conocimientos complejos y habilidades específicas que les permitan dialogar y extraer la información acorde a sus necesidades y usos; sobre todo, si partimos de la premisa de que de esta técnica, en la actualidad, la mayor parte de los usuarios no son profesionales del campo.

La complejidad de los códigos que utiliza el ordenador provoca en la persona una sensación de angustia, debida al claro enfrentamiento entre dos lenguajes diferentes, el de la máquina y el del ser humano. El precio a pagar por la innovación es el de tener que adaptarse a la lógica de los ordenadores, transformando las dimensiones propias de la vida y las comunicaciones humanas; pero para facilitar esta relación se creó el dispositivo informático que rige el diálogo entre el usuario y la máquina, regulando el encuentro de estos dos sistemas con lenguajes diferentes —la interfaz.

No podemos ignorar la enorme difusión de los medios audiovisuales como nuevos medios de comunicación. Este hecho, coincide con el cada vez mayor predominio de la comunicación visual sobre la verbal y el empleo del material gráfico como modo superior de comprensión, lo cual ha llevado a considerar a nuestro siglo como el "siglo de la imagen", en el que las formas visuales adquieren una gran participación en el lenguaje habitual. Estamos en un momento de profusa creatividad gráfica con enfoque lingüístico, cuyos procesos comunicativos culturales se rinden a la producción y consumo de símbolos. Vivimos en un entorno pleno de imágenes, documentos escritos y sonoros, que convierten la experiencia de la realidad en una percepción que lleva consigo el desarrollo de la tecnología multimedia.

Este es el motivo por el que se ha establecido el diálogo usuario–ordenador a través de formas gráfico–simbólicas, y medio de comunicación, simplificando el intercambio de información permitiendo el encuentro entre ambos. Por ello, un buen Diseño de Interfaz analizado desde perspectivas ergonómicas tendrá en cuenta las capacidades psicológicas y semiológicas del ser humano; facilitará el diálogo y la interacción hombre–ordenador, a lo que contribuyen las ayudas gráficas, mejorando la adquisición de conocimientos y la comodidad visual, parámetros a tener en cuenta en el proyecto y diseño de una correcta Interfaz de Usuario.

Capítulo 12: Herramientas

Como se ha visto en capítulos anteriores, en todo desarrollo de aplicaciones interactivas, el diseñador debe establecer los mecanismos de comunicación entre el sistema y el usuario. En particular, en las interfaces de manipulación directa, en las que se ofrece al usuario un conjunto de elementos gráficos con los que podrá interactuar, se debe definir cuáles son las operaciones que se van a poder llevar a cabo sobre estos elementos y cuáles son los efectos que se producen como consecuencia de esas acciones. Una vez que la interacción ya está diseñada, el programador debe encargarse de gestionar complejos objetos de información que representan, por un lado, a estos elementos gráficos y a sus comportamientos y, por otro, a los dispositivos de entrada y salida a través de los cuales los usuarios recibirán/emitirán información. Para realizar esta labor necesitan disponer de herramientas de desarrollo que les faciliten la implementación de sistemas interactivos.

Estas herramientas se caracterizan porque ayudan a minimizar el esfuerzo necesario para trasladar la semántica del diseño de la interfaz a la semántica que ofrece el entorno operativo con el que se está trabajando y se integran en el proceso de desarrollo de la interfaz. Además, estas herramientas facilitan la realización de modificaciones sobre el producto, haciendo posible el desarrollo de prototipos. De esta forma se puede integrar el proceso de evaluación en el ciclo de desarrollo, haciendo efectivo el diseño iterativo que proporcionará un producto más útil y utilizable.

Este capítulo recoge algunas de las arquitecturas para el desarrollo de sistemas interactivos y algunas de las alternativas que se le ofrecen al programador a la hora de desarrollar sus aplicaciones. En concreto, se presentará cómo se desarrollan estas interfaces interactivas utilizando lenguajes de programación (v.g., el entorno abstracto de ventanas -AWT- de Java), asistentes de entornos de desarrollo (v.g., VisualBasic), herramientas de autor (v.g., ToolBook) y, por último, se presentarán, algunas de las opciones disponibles para el desarrollo de entornos virtuales (v.g., VRML). A continuación y debido fundamentalmente a la importancia y popularidad que ha adquirido la web, se incluye una sección dedicada a explicar los fundamen-

tos de los lenguajes de marcado como herramientas para la especificación de contenidos, que no de la interfaz de usuario.

Capítulo 13: Trabajo cooperativo con ordenador

Groupware y *Computer-Supported Cooperative Work* (en adelante la denominaremos por su acrónimo: CSCW) son términos referidos al trabajo entre grupos de personas que colaboran entre sí mediante redes de computadores. Se trata de uno de los campos que más se han desarrollado entre los que integran los sistemas de interacción persona-computador. En el capítulo se van a presentar los distintos sistemas groupware de acuerdo a una taxonomía espacio-temporal común en este campo. Así mismo, se presentarán las líneas básicas de una metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW.

Aunque los computadores desde hace décadas están preparados para compartir información, manejar correo electrónico o conectarse de forma remota a servidores, lo cierto es que la revolución que supuso la llegada de los computadores personales ha producido que muchos sistemas computacionales se usen en muchos casos de forma individual.

Pero la forma en que las personas realizamos todos y cada uno de los proyectos de nuestra vida es el trabajo en común. Es pues lógico que la resolución de un problema complejo se tienda a abordar de forma cooperativa y que las empresas que disponen de redes de computadores interconectados sean cada vez más proclives a utilizar los sistemas de trabajo en grupo que vamos a comentar de forma sucinta en este capítulo. A modo de ejemplo pensemos en la cooperación que surge en los ambientes académicos en todas sus posibles relaciones: alumno-profesor, alumno-alumno o profesor-profesor. En este caso, como en otros, la colaboración entre los distintos estamentos mediante redes de computadoras puede redundar en un mejor aprovechamiento de los recursos y del trabajo desarrollado.

El capítulo consta, además de esta introducción, de un apartado en el que se presenta la taxonomía espacio-temporal de clasificación de sistemas CSCW, una introducción a los tipos de aplicaciones groupware, y los capítulos dedicados a la interacción cara a cara y la interacción asincrónica, ambos realizados en el mismo lugar y a las aplicaciones distribuidas sincrónicas y asincrónicas. Para terminar se presenta una metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW.

Capítulo 14: Sistema de ayuda en línea al usuario

Los diseñadores de software y hardware son conscientes de lo importante que resulta construir máquinas y aplicaciones usables. El crecimiento del número de ordenadores y su establecimiento en todos los ámbitos de la sociedad han influenciado profundos cambios en el software en general y en los soportes de ayuda al usuario en particular, soportes que actualmente constituyen un objetivo crítico en el desarrollo de software y hardware de cara al éxito comercial del producto.

Se podría pensar que si se hiciera un buen diseño de un sistema interactivo, su uso debería de ser completamente intuitivo no haciendo falta formar o dar ayuda al usuario. Eso sería una situación ideal, lejos de la realidad en los sistemas actuales, más si se tiene en cuenta que los nuevos paradigmas de interacción han de definir su propio modo de dar soporte y ayuda al usuario, tanto en su utilización como en el soporte a la navegación... Ciñéndonos al paradigma más conocido, el ordenador de sobremesa, resulta una herramienta compleja, y cuando compramos un equipamiento siempre se nos facilita un manual de utilización, por tanto, siempre se ha tener en cuenta en el desarrollo de cualquier aplicación el diseño del sistema de ayuda como una parte fundamental dentro del sistema. Así, inclusive si las interfa-

ces son simples y claras, la existencia de usuarios con distintos niveles de conocimiento y diferentes objetivos hacen necesario el añadir sistemas de apoyo al usuario.

Los sistemas de apoyo o soporte en línea al usuario suelen clasificarse en tres tipos: tutoriales en línea, documentación en línea y ayuda en línea. Sin embargo, esta categorización en la práctica resulta en la mayoría de las ocasiones sutil, ya que en todo momento el manejo de cualquier aplicación ha de tener un soporte dinámico y contextual que ayude a su manejo, integrando todas las técnicas necesarias para solventar cualquier tipo de necesidad del usuario.

La naturaleza interactiva y potencialmente dinámica de los sistemas de soporte en línea ofrece múltiples perspectivas formadas por elementos de IPO (Interacción Persona Ordenador), psicología, literatura técnica,... que conforman equipos de trabajo multidisciplinares (diseñadores, escritores, psicólogos, programadores, gestores...) en proyectos que necesitan una adecuada planificación debido a la complejidad que alcanzan.

Este capítulo pretende dar un vistazo global, desde la perspectiva de la IPO, base de este libro, al desarrollo de sistemas de apoyo en línea al usuario, a la vez que describir las líneas por las que este campo, tan nuevo hoy en día, se encuentra en rápida y creciente evolución. El apartado primero realiza un análisis comparativo entre los soportes al usuario en papel y en línea. En el segundo apartado se realiza una clasificación y descripción de los distintos medios para la inclusión del apoyo en línea al usuario, al tiempo que refiere ciertas técnicas útiles para su diseño y desarrollo. El tercer apartado describe el ciclo de desarrollo del material de apoyo en línea a través de tres fases principales: su planificación, diseño y evaluación. El apartado cuarto realiza una sucesión de consideraciones básicas en los requisitos del soporte en línea desde el punto de vista del usuario. El capítulo concluye con unas reflexiones finales y una serie de actividades de recapitulación, útiles fundamentalmente para asentar en el lector conceptos básicos tratados. Acompañan al capítulo un conjunto de lecturas complementarias, así como revistas del área y enlaces web, fuente básica para aquellos que quieran profundizar en un tema tan amplio, al que el propósito de este libro nos ha permitido tratar de un modo general e introductorio.

Capítulo 15: Evaluación Heurística

Este Capítulo presenta un método de evaluación de la usabilidad por inspección llamado Evaluación Heurística. Primeramente, se define el concepto de heurística describiéndose las principales características, el objetivo y la potencialidad de esta metodología. Luego se detalla el concepto de Principio Heurístico y se presentan distintas corrientes metodológicas que plantean fundamentos teóricos alternativos y complementarios para su definición. A continuación, se describen los diferentes pasos incluidos en una Evaluación Heurística: su Planificación, su Puesta en Marcha y por último, el Análisis de los resultados obtenidos tras la inspección.

En relación a la Planificación de una Evaluación Heurística, se discute el tipo de perfil y la cantidad de evaluadores óptimos según distintas corrientes bibliográficas estudiadas. También se describe el proceso de traducción que permite transformar a los Principios Heurísticos generales presentados en preguntas heurísticas adecuadas para la evaluación de la interfaz de un sistema interactivo particular. Se plantea la importancia de establecer también la escala de valores que se utilizará para la posterior ponderación de cada pregunta heurística considerando a esta selección desde el punto de vista de la llamada Usabilidad Transcultural. Se detalla que tipo de documentación debería obtenerse al concluir esta etapa de la Evaluación Heurística enfatizándose las ventajas de contar con plataformas de software que actúen como gestores de todo el proceso posterior. A modo de ejemplo, el software UsabAIPO-GestorHeurística es presentado y descrito.

Con respecto a la Puesta en Marcha de una Evaluación Heurística, se analizan los pasos sugeridos por los creadores de la metodología. Se enfatiza la importancia de

minimizar la influencia de factores externos en el proceso de inspección y se detalla que tipo de actividades serán seguidas por cada uno de los evaluadores involucrados. En cuanto al Análisis de resultados de la Evaluación Heurística, se describe el procesamiento cuantitativo y cualitativo al que pueden someterse los datos obtenidos. En este sentido se entiende a ambos tipo de procesamiento como complementarios y no excluyentes.

Referencias

[ACM01] ACM/IEEE *Computing Curricula 2001 --DRAFT (February 1, 2001)--* (http://www.computer.org/education/cc2001/ironman/cc2001/index.html) , 2001.

[ACM91] ACM/IEEE-CS *Computing Curricula 1991. Report of the ACM/IEEE-CS Joint Curriculum Task Force* (http://www.acm.org/education/curr91/homepage.html). ACM Press and IEEE Computer Society Press, 1991

[ACM92] ACM SIGCHI *Curricula for Human-Computer Interaction* (http://www.acm.org/sigchi/cdg). ACM Press, 1992

[LAU90] LAUREL B. *The Art of Human-Computer Interaction.* Addison-Wesley, Reading, MA, 1990

[MYE92] MYERS K. L.«Attachment methods for integration» en *Proceedings of the AAAI 1991* Fall Symposium on Principles of Hybrid Reasoning (KR91), 1992.

[NEG96] NEGROPONTE N. *Being digital*. Vintage books, Nueva York, NY, 1996

Introducción a la interacción persona-ordenador

Jesús Lorés
Toni Granollers
Sergi Lana
Universitat de Lleida

1 Introducción a la Interacción Persona–Ordenador

Última modificación: 03/05/2002

Objetivos 3
Introducción 4
1 La disciplina 4
2 Historia de la IPO 5
3 Objetivos de la IPO 10
4 La interfaz de usuario 10
5 La interdisciplinariedad de la IPO 12
6 Usabilidad 16
7 El diseño centrado en el usuario 19
Referencias 41
Bibliografía 43
Publicaciones 45
Enlaces interesantes 45

Objetivos

- Entender y describir qué es la interacción persona-ordenador
- Conocer la importancia de la disciplina
- Aprender los conceptos básicos
- Conocer los objetivos de la IPO
- Entender qué quiere decir que un sistema es usable
- Aprender a analizar si un sistema es usable
- Entender la importancia de que los ordenadores sean accesibles a todos lo seres humanos

- Saber que hay muchas disciplinas que contribuyen a la IPO y valorar su aportación

Introducción

Cuando los seres humanos y los ordenadores interactúan lo hacen a través de un medio o interfaz. Una interfaz es una superficie de contacto [LAU90] que refleja las propiedades físicas de los que interactúan, las funciones a realizar y el balance de poder y control.

En el caso de la Interacción Persona Ordenador, la interfaz es el punto en el que seres humanos y ordenadores se ponen en contacto, transmitiéndose mutuamente tanto información, órdenes y datos como sensaciones, intuiciones y nuevas formas de ver las cosas. Por otro lado, la interfaz es también un límite a la comunicación en muchos casos, ya que aquello que no sea posible expresar a través de ella permanecerá fuera de nuestra relación mutua. Ahora bien, mientras que a veces esos límites derivan del estado actual de nuestros conocimientos acerca de cualquiera de las partes implicadas, en muchos casos la interfaz se convierte en una barrera debido a un pobre diseño y una escasa atención a los detalles de la tarea a realizar.

En este texto centraremos nuestros esfuerzos en transmitir qué es una superficie usable, quiénes son los protagonistas que están a un y otro lado y cuáles son las disciplinas que nos pueden ayudar en este trabajo.

La interfaz forma parte de un entorno cultural, físico y social y por tanto existen una serie de factores que debemos tener en cuenta en el momento de diseñarlas.

1 La disciplina

La disciplina de Interacción Persona-Ordenador (IPO) se conoce en la comunidad internacional como *Human-Computer Interaction* (HCI) o *Computer-Human Interaction* (CHI).

Para el mundo hispanohablante hemos adoptado la expresión de Interacción Persona-Ordenador y como acrónimo IPO. El razonamiento que hemos utilizado es el siguiente. *Human* podría ser traducido como *Hombre*, pero tiene connotaciones sexistas. Por otro lado, *Ser humano* es demasiado largo así que nos inclinamos por *Persona,* término que el diccionario define como *individuo de la especie humana*. En cuanto a la segunda parte, *Computer,* aunque en ocasiones ha sido traducido por máquina, pensamos que este término es demasiado amplio y por tanto nos inclinamos por computador o ordenador De entre ambos parece que *ordenador* es un término que se ha impuesto con más claridad en nuestro país, por lo que optaríamos por él, y por tanto llegaremos a la expresión de Interacción Persona-Ordenador.

¿Por qué es tan importante estudiar la interfaz de usuario? Porque tal como hemos dicho antes es una parte muy importante del éxito o fracaso de una aplicación interactiva. Así por ejemplo, según los estudios realizados por MYERS [MYE92] a través de una encuesta hecha a desarrolladores, alrededor de un 48% del código de la aplicación esta dedicado a la interfaz.

No obstante, a pesar de su importancia, la interacción persona-ordenador es una de las disciplinas con menos dedicación en los estudios universitarios de Informática. Por otro lado, otros estudios universitarios están demostrando un interés por el tema, aportando conocimientos, herramientas y técnicas acerca de los diversos aspectos que confluyen en el diseño de la interfaz Persona-Ordenador.

Más adelante volveremos al tema de las diferentes disciplinas que pueden contribuir y contribuyen a esta disciplina.

Definición

La ACM, *Association for Computer Machinery*, es, posiblemente, la organización internacional de investigadores y profesionales interesados en todos los aspectos de la computación más importante del mundo. Esta asociación tiene un grupo especial de trabajo en temas de IPO denominado SIGCHI, *Special Interest Group in Computer Human Interaction*, el cual propuso la siguiente definición de Interacción Persona-Ordenador:

> *Es la disciplina relacionada con el diseño, evaluación y implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado.*

El tema principal de esta disciplina está en la interacción y mas específicamente en la interacción entre unos o más seres humanos y uno o más ordenadores. Aunque la situación clásica sería una persona usando un programa sentado en su puesto de trabajo, alrededor de las palabras interacción, persona y ordenador hay un amplio conjunto de opciones posibles. Por ejemplo, los ordenadores pueden formar parte de carlingas de avión, monitores de ruta en coches, teléfonos móviles, blocs de notas, libros electrónicos, sistemas de realidad virtual, etc. Por otro lado, los usuarios pueden formar parte de grupos u organizaciones y por tanto necesitaremos de interfaces para sistemas distribuidos o trabajo cooperativo. O también, el sujeto puede querer utilizar su ordenador mientras camina hacia una reunión para consultar su agenda, las llamadas telefónicas pendientes y las últimas cotizaciones en bolsa. También, el usuario puede tener la visión o la movilidad disminuida y utiliza un software de lectura de la pantalla o de reconocimiento de la voz para manejar su ordenador. Todas estas situaciones podrían ser manejadas por esta disciplina que llamamos Interacción Persona Ordenador.

Una vez introducida la disciplina de la IPO, una de las primeras preocupaciones habría de ser tratar de definir sus objetivos.

2 Historia de la IPO

Preliminares

Toda la Interacción Persona-Ordenador se produce dentro de un contexto social y organizacional. Se requieren distintos tipos de aplicaciones para distintos propósitos.

A finales de los años 1970 y principios de los 80, los psicólogos empiezan a interesarse en los aspectos de procesamiento de la información del diseño de sistemas de información. Empiezan a aparecer áreas de estudio como la de *diseño de menús*, que utilizan tópicos como el de nombres de menús o profundidad versus anchura. A mediados de los 80, la *usabilidad* de los sistemas monousuario empieza a hacerse un hueco, como respuesta a la explosión del PC. Hacia finales de los 80 y en los 90, la tendencia se centra en las potentes estaciones de trabajo (*workstations*) multiusuario y en los PC más potentes. Se hace hincapié en las comunicaciones más avanzadas, en las aplicaciones multimedia, en los ordenadores multitarea y en la realidad virtual. Asimismo, la comunidad IPO siempre se ha mostrado de acuerdo en que, aunque es importante entender la interacción de un usuario con una máquina mediante una interfaz, también es necesario que se consideren otros tópicos para aprovechar al máximo las nuevas tecnologías. Estos

tópicos que se deben estudiar son: trabajo en grupo, integración e interacción de medios y el impacto de estas tecnologías en el lugar de trabajo, en la casa y en la sociedad en general.

La IPO surgió como un campo entrecruzado de disciplinas: gráficos por ordenador, sistemas operativos, factores humanos, factores ergonómicos, ingeniería industrial, psicología cognitiva, y por supuesto la ingeniería informática, conocida en aquellos días en el mundo anglosajón como *Computer Science*.

- ***Gráficos por ordenador*** (Gráficos Interactivos). Nacen con el uso del lápiz (*pen*) y de los monitores de rayos catódicos (*CRT*). Esto lleva a que se desarrollen varias técnicas de la IPO. Algunas de estas técnicas, que marcaron el inicio de los gráficos por ordenador como disciplina, datan del año 1963, de la tesis de SUTHERLAND "*Sketchpad*". El trabajo dentro de esta disciplina ha continuado desde aquellos inicios, con el desarrollo de algoritmos y de hardware que permita la manipulación y la representación de objetos más realistas (*CAD/CAM – Computer Aided Design, Computer Aided Manufacturing*). Se desarrollaron un conjunto muy importante de bloques de la IPO, como por ejemplo: el ratón, los *bitmapped displays*, los PC, las ventanas (*windows*), la metáfora del escritorio, y los editores *point & clic*.
- ***Sistemas operativos*** (Sistemas de Gestión de la Interfaz de Usuario y Kits de Herramientas —*toolkits*— de la Interfaz de Usuario). El trabajo en los sistemas operativos desarrolló técnicas para las interfaces de los dispositivos de E/S, técnicas para el *tunning* del tiempo de respuesta del sistema frente al tiempo de interacción humana, técnicas de multiproceso y técnicas para soportar entornos *windows* y de animación.
- ***Ergonomía***. Esta disciplina es similar a la anterior pero más centrada en estudios de trabajo. Se da énfasis a factores relacionados con el estrés como pueden ser: rutina en el trabajo, postura en sentarse o diseño de visión de las pantallas CRT, entre otros.

Los orígenes de la IPO

La investigación de IPO a lo largo de los años ha estado fructífera. Por ejemplo, la interfaz gráfica utilizada en Microsoft Windows 2000, está basada en las interfases de los Macintosh, que a su vez están basadas en los trabajos del Xerox PARC, que se basan a su vez en los trabajos del SRI (*Stanford Research Institute*) y del MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). O por ejemplo, casi toda la creación actual de software se hace con ayuda de *User Interface Toolkits* y de *Interface Builders* (por ejemplo, *Microsoft Visual Studio*). Cabe decir, que estos conceptos fueron utilizados primero en el mundo universitario.

Por otro lado, incluso el importante crecimiento de la World-Wide Web se debe, en parte, a los avances en investigación en el mundo de la IPO, como sucede por ejemplo con la tecnología hipertexto.

A continuación hablaremos de los cambios más significativos en el mundo de la IPO:

- 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

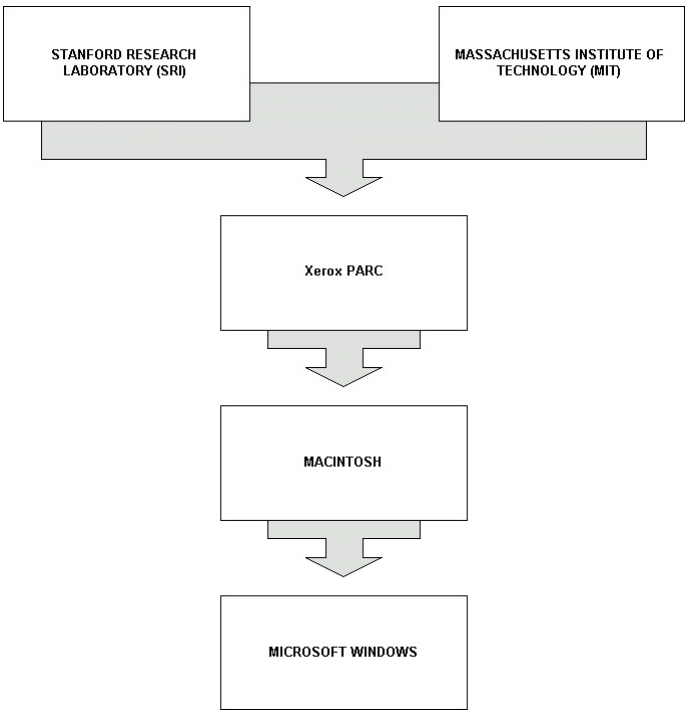


Figura 1 Evolución de los sistemas GUI

Manipulación Directa de Objetos Gráficos

- **1963. *IVAN SUTHERLAND***. Tesis doctoral en el MIT: *SketchPad* [SUT63]. El sistema *SketchPad* soportaba la manipulación de objetos gráficos mediante un lápiz óptico, permitiendo coger los objetos, moverlos y cambiarles el tamaño utilizando algunas restricciones. Fue producido en los laboratorios Lincoln (*Lincoln Labs*) con el soporte de las fuerzas aéreas y la NSF.
- **1966-1967. *WILLIAM NEWMAN***. *William Newman's Reaction Handler* [NEW68]. Este sistema fue creado en el *Imperial College* de Londres y permitía la manipulación directa de gráficos. Introduzco los "*Light Handles*", una forma de potenciómetro gráfico que fue, con toda probabilidad, el primer *widget*.
- **1968. *MIT's Lincoln Labs***. *AMBIT/G*. Este sistema incluyó representaciones de iconos, reconocimiento de gestos, menús dinámicos con la ayuda de dispositivos apuntadores y selección de iconos apuntándolos.
- **1975**. ***DAVID CANFIELD SMITH***. Tesis doctoral en Stanford: *Pygmalion* [SMI75]. Acuñó por primera vez el término *Icono*.
- **Años 70. *Xerox PARC***. Muchas de las técnicas de interacción de interfaces de manipulación directa (por ejemplo, la forma como se selecciona el texto, como se manipulan los objetos, etc.) se hicieron populares a raíz de la investigación llevada a cabo por el laboratorio de *Xerox PARC*. Otro importante hito de aquellas investigaciones fue la idea de *WYSIWYG* (*what you see is what you get*) , idea que ha llegado hasta nosotros a través de procesadores de texto como *Microsoft Word 2000*.
- **1977. *ALAN KAY***, *Xerox PARC*: *Dynabook*. En este artículo, ALAN KAY acuñó el término de interfases de manipulación directa [KAY77]
- **1981. *Xerox Star***. Sale al mercado el primer sistema comercial que hace extenso el uso de la Manipulación Directa: *Xerox Star* [SMI82]. Le siguen el *Apple Lisa* en 1982 [WIL83] y el *Macintosh* en 1984 [WIL84].
- **1982. *BEN SHNEIDERMAN***, Universidad de Maryland. BEN SHNEIDERMAN acuñó el término "Manipulación directa", identificando además los distintos componentes [SHN83].

El ratón

Es el segundo dispositivo de entrada más utilizado. El mouse o ratón es arrastrado a lo largo de una superficie para maniobrar un apuntador en la pantalla del monitor. Fue inventado por Douglas Engelbart y su nombre se deriva por su forma la cual se asemeja a la de un ratón.

Otro tipo de dispositivo similar es el lápiz óptico, la tableta digitalizadora o incluso las pantallas táctiles.

- **1965. *NLS***. El primer ratón se desarrolló en los laboratorios SRI, como parte del proyecto *NLS* (financiado por *ARPA*, *NASA* y *Rome ADC*), como sustituto económico de los lápices ópticos que habían sido usados desde 1954.
- **1968. *DOUG ENGELBART***. Algunos de los usos actuales del ratón fueron demostrados ya en 1968, dentro del proyecto *NLS*, en un film [ENG68].
- **1970. *Xerox PARC*** popularizó el ratón como un dispositivo de entrada práctico.
- **1981. *Xerox Star***. Se comercializa por primera vez como parte del *Xerox Star*. Más tarde aparece en el *Apple Lisa* (1982), y en el *Apple Macintosh* (1984).

Las ventanas

- **1968**. ***ENGELBART***. El uso de múltiples ventanas fue demostrado por ENGELBART, dentro del proyecto *NLS* [ENG68].
- **1969**. ***ALAN KAY***. Tesis doctoral en Universidad de Utah. ALAN KAY propuso la idea de ventanas traslapadas [KAY69].
- 1974. ***Stanford University***. Sistema *COPILOT*.
- **1974**. ***MIT***. Editor de textos *EMACS*.
- **1974**. ***Xerox PARC***. Los sistemas *Smalltalk* [GOL79] e *InterLisp* [TEI77], introdujeron el uso de las ventanas traslapadas.
- **1979**. ***Lisp Machines Inc***. Uno de los sistemas comerciales que primero introdujo el uso de ventanas fue en *Lisp Machines Inc*. (*LMI*) y en *Symbolics Lisp Machines*.
- **1981**. ***Xerox PARC***. El *Cedar Window Manager* fue el gestor de ventanas con más relevancia de la época [SWI86].
- **1981. *Xerox Star***. *Xerox Star* fue el primer sistema comercial que popularizó las ventanas. En sus primeras versiones no utilizaba ventanas traslapadas. Sólo permitía ventanas principales y no superpuestas.
- **1982. *Apple Lisa***. Junto al *Xerox Star*(1981), el *Apple Lisa* también ayudó a popularizar el uso de ventanas. Este sistema utilizaba ventanas traslapadas.
- **1983. *Carnegie Mellon University's Information Technology Center***. Al anterior gestor de ventanas, le siguió el *Andrew*.
- **1983**. ***Lee Lorenzen & Dan Meyer.*** Primera versión de GEM (Graphical Environment Manager) Desktop para Atari.
- **1984. *Apple Macintosh***. El *Apple Macintosh*, junto con sus predecesores (*Xerox Star* en 1981 y *Apple Lisa* en1982), ayudó a popularizar el uso de las ventanas en las aplicaciones informáticas. Este sistema utilizaba ventanas traslapadas.
- **1984**. ***MIT***. El sistema de ventanas estándar *X Window* (que utilizan muy a menudo los sistemas *UNIX*), fue desarrollado en 1984 por investigadores del *MIT* [SCH86].
- **1985**. ***Lee Lorenzen & Dan Meyer.*** Segunda versión de GEM Desktop, para AtariAmstrad PC1512.

- **1985**. ***MicroSoft.*** Sale la primera versión de MS-Windows (1.0) sobre MS-DOS.
- **1988** ***Lee Lorenzen & Dan Meyer.*** Tercera –y última– versión de GEM Desktop. Disponible para PC y ya disponía de un Programmers Toolkit y de un Editor de Textos.
- **1992**. ***MicroSoft.*** MS-Windows for WorkGroups (3.1).
- ***1995. MicroSoft.*** MS-Windows NT 3.51 y MS-Windows 95.

Programas de dibujo y pintura

- **1963**. ***IVAN SUTHERLAND***. Tesis doctoral en el MIT: *SketchPad* [SUT63]. La gran mayoría de la tecnología actual que utilizan los programas gráficos, fue demostrada el 1963 por SUTHERLAND en el sistema Sketchpad.
- **1965**. ***NLS***. Uno de los periféricos imprescindibles en el mundo de las aplicaciones de dibujo es el ratón. El uso de este dispositivo de entrada fue demostrado en 1965 por *NLS*.
- **1968**. ***KEN PULFER & GRANT BECHTHOLD***, *National Research Council of Canada*. En 1968 se construyó un ratón que se utilizó en un sistema de animación de largometrajes para dibujar los fotogramas de una película.
- **1971**. ***National Film Board of Canada***. El film "*Hunger*" ganó muchos premios después de ser dibujado utilizando una tableta financiada por el *National Film Board of Canada*, en vez de un ratón [BUR71]
- **1975**. ***WILLIAM NEWMAN***, *Xerox PARC's Alto*. El *Markup* de WILLIAM NEWMAN fue el primer programa de dibujo seguido de cerca por el *Draw* de PATRICK BAUDELAIRE, que además gestionaba líneas y curvas [GOL88].
- **1974-1975**. ***DICK SHOUP***, *Xerox PARC*. El primer programa de ordenador para pintar fue el *Superpaint*.
- **1985**. ***DIGITAL RESEARCH, INC.*** GEM Paint Version 2.01. Programa de dibujo de Mapa de Bits.
- **1985**. ***DIGITAL RESEARCH, INC.*** GEM Draw 1.0. Programa de dibujo Vectorial con fuentes de Mapa de Bits. Podia abrir dos ventanas y realizar "drag & drop" entre ellas.

Edición y procesamiento de textos

- **1962**. ***ENGELBART***, *Stanford Research Lab*. Se implementó un procesador de textos con *word wrap* automático, buscar y reemplazar, macros definidas por el usuario, *scroll* y comandos para mover, copiar y borrar caracteres, palabras o bloques de texto.
- **1965. *Stanford University.*** *TVEdit* fue uno de los primeros editores basados en CRT que fue ampliamente usado [TOL65].
- **1967. *Brown University*** (financiado por *IBM*). El *Hypertext Editing System*, disponía de editor de pantalla y formateo de cadenas de caracteres de tamaño arbitrario con la ayuda de un lápiz óptico [VAN71].
- **1967. *MIT.*** *TECO* fue uno de los primeros editores de texto de pantalla.
- **1968. *NLS.*** Se demuestra la edición con la ayuda del ratón.
- **1974**. ***MIT***. Editor de textos *EMACS* [STA79].
- **1974*. Butler Lampson & Charles Simony***, *Xerox PARC*. El *Bravo* fue el primer editor-formateador WYSIWYG. Los primeros editores comerciales WYSIWYG fueron el *Star*, el *LisaWrite* y el *MacWrite*.
- **1990. *Ventura Software Inc.*** Desarrollan este postprocesador de textos que usaba la técnica de WYSIWYG muy avanzada. Aunque ya empezaron a aparecer versiones en 1986 fue en 1990 cuando se puede utilizar en

entorno PC junto con GEM. Actualmente ha derivado a la familia de productos Corel.

- **primeros años 1990.** Varios procesadores de texto fueron populares en entornos PC entre los que cabe destacar el "Word Star", el "MS-Word" –el precursor del mayormente utilizado hoy en día–.

Hoja de cálculo

- **1977-1978**. ***FRANKSTON & BRICKLIN***, *MIT & Harward Business School*. Estos estudiantes realizaron la primera hoja de cálculo de la historia. Se llamaba *VisiCalc* y fue desarrollada para el *Apple II*. La solución fue basada en un algoritmo de *backtracking* (*dependency-directed backtracking*) diseñado por SUSSMAN y STALLMAN en el *MIT AI Lab*.
- **1982. *LOTUS DEVELOPMENT CORPORATION.*** Se funda la compañía y introduce la primera versión de Lotus 1-2-3.

Hipertexto

- **1945**. ***VANNEVAR BUSH***. Se introdujo la idea de Hipertexto (*MEMEX* idea).
- **1965**. ***TED NELSON***. Acuñó la palabra hipertexto [NEL65].

3 Objetivos de la IPO

Los objetivos de la IPO son desarrollar o mejorar la seguridad, utilidad, efectividad, eficiencia y usabilidad de sistemas que incluyan computadoras [DIA89]. Cuando decimos sistemas no nos referimos tan solo al hardware y al software sino también a todo el entorno.

Para hacer sistemas interactivos hace falta [PRE94]:

1) Comprender los factores tales como psicológicos, ergonómicos, organizativos y sociales, que determinan como la gente trabaja y hace uso de los ordenadores y trasladar esta comprensión para
2) Desarrollar herramientas y técnicas que ayuden a los diseñadores a conseguir que los sistemas informáticos sean los idóneos según las actividades a las cuales se quieran aplicar, para
3) Conseguir una interacción eficiente, efectiva y segura, tanto a nivel individual como de grupo.

Es muy importante comprender que los usuarios no han de cambiar radicalmente su manera de ser, sino que los sistemas han de ser diseñados para satisfacer las requisitos del usuario.

4 La interfaz de usuario

La interfaz es una superficie de contacto entre dos entidades. En la interacción persona-ordenador estas entidades son la persona y el ordenador.

NEGROPONTE en su libro *"Being digital"* nos da una definición muy sencilla:

> *La interfaz es el sitio donde los bits y las personas se encuentran* [NEG94].

En la vida cotidiana tenemos muchos ejemplos de interfaz. En el caso de la puerta, la manilla de la puerta es la interfaz entre la puerta y la persona. El volante, el

acelerador y otros instrumentos y herramientas son la interfaz entre un coche y el conductor. Es muy importante darse cuenta en un primer nivel de que la interfaz refleja las cualidades físicas de las dos partes de la interacción. La manilla está hecha de un material sólido y está bien pegada a la puerta, la cual por otra parte, como tiene que interaccionar con la mano, esta puesta a la altura de ésta, y tiene la forma que se le adapta. Esta es una idea muy importante en el diseño que puede concretarse en dos conceptos:

1) visibilidad: para poder realizar una acción sobre un objeto ha de ser visible, y

2) comprensión intuitiva, o propiedad de ser evidente la parte del objeto sobre la que hemos de realizar la acción y cómo hacerlo.

Este principio se conoce como *affordance* [NOR90].

Como hemos visto, una interfaz es una superficie de contacto que refleja las propiedades físicas de los que interactúan, y en la que se tienen que intuir las funciones a realizar y nos da un balance de poder y control [LAU92].

CHI dice que es un lenguaje de entrada para el usuario, un lenguaje de salida para el ordenador y un protocolo para la interacción.

Obviamente, aparte de la interacción física entre usuario y ordenador hemos de añadir un nivel cognitivo referido a que es necesario que el lado humano comprenda el protocolo de interacción y actúe sobre la interfaz e interprete sus reacciones adecuadamente. Podemos decir por tanto que:

> *La interfaz de usuario de un sistema consiste de aquellos aspectos del sistema con los que el usuario entra en contacto, físicamente, perceptivamente o conceptualmente. Los aspectos del sistema que están escondidos para el usuario se denominan la implementación* [MOR81].

GERRIT VAN DER VEER nos define la interfaz como el conocimiento que los usuarios pueden y deberían tener para poder utilizar satisfactoriamente el sistema [VEE90].

Esta interfaz debería ser visible y de comprensión intuitiva para estar de acuerdo con los principios de diseño anteriormente esbozados.

La interfaz de usuario es el principal punto de contacto entre el usuario y el ordenador; es la parte del sistema que el usuario ve, oye, toca y con la que se comunica. El usuario interacciona con el ordenador para poder realizar una tarea. Dependiendo de la experiencia del usuario con la interfaz, el sistema puede tener éxito o fallar en ayudar al usuario a realizar la tarea. El tipo de problemas que origina una interfaz de usuario pobre incluye la reducción de la productividad, un tiempo de aprendizaje inaceptable y niveles de errores inaceptables que produce frustración y probablemente el desechar el sistema.

En la interfaz hemos de tener en cuenta también cómo está sentado el usuario, cómo es la organización de la que forma parte el usuario, el ámbito cultural, etc.

Añadiremos por tanto que en la interfaz también se ha de tener en cuenta el entorno y el ámbito cultural.

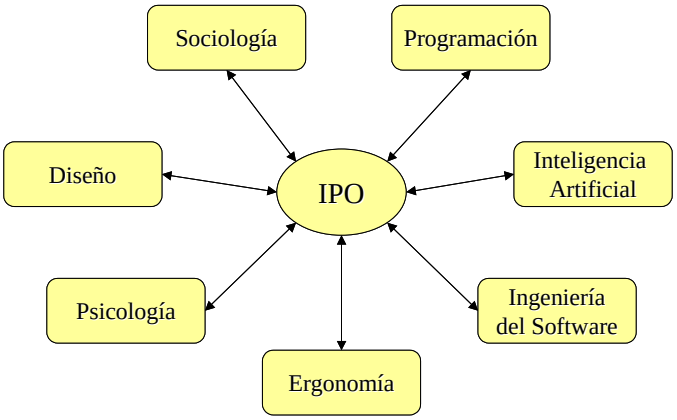
En las siguientes imágenes podemos ver diferentes ejemplos de interfaces de dispositivos interactivos.

Nuestra idea de ordenador hasta hace poco era la de un dispositivo con el que interaccionamos a través de una pantalla con un teclado y un ratón, sentados en una silla. Esta es una situación que ha cambiado radicalmente. El ordenador se ha incrustrado en todas nuestras actividades cotidianas y se encuentra en muchas formas, teléfonos móviles, cajero en un supermercado, balanza en la farmacia, en una cámara fotográfica, en dispositivos médicos y, en situaciones especiales como en la realidad virtual, en el futuro llegará a estar en perfecta simbiosis con nuestro cuerpo.

Esta es una reflexión fundamental en el momento de acercarse a una disciplina como la IPO, para abordarla con una perspectiva suficientemente amplia respecto a cuales van a ser el tipo de interfaces que vamos a encontrar.

5 La interdisciplinariedad de la IPO

Para poder diseñar interfaces, además del aspecto informático, hace falta tener en cuenta otras disciplinas. Necesitamos trabajar los aspectos psicológicos del usuario, la ergonomía del equipamiento, los aspectos sociales, temas de diseño, etc. Como vemos, hemos de tener en cuenta muchas disciplinas para comprender toda la problemática que supone el desarrollo de interfaces. Esto supone que, a menudo, tengamos que pensar en un equipo interdisciplinario para el desarrollo de sistemas interactivos, cuando el problema a tratar es de la suficiente envergadura. En otros casos, no obstante, cuando el equipo de trabajo sea reducido, las mismas personas deberán jugar los diferentes papeles y tratar de hacerlo bien por sí mismos.



En la figura anterior se presentan un esquema en que aparecen las principales disciplinas que pueden contribuir a los diferentes aspectos en el diseño de interfaces. A continuación las comentaremos individualmente.

Psicología

La psicología es la ciencia que estudia el comportamiento y los estados de la conciencia de la persona humana, considerada individualmente o bien al mismo tiempo como miembro de un grupo social.

Cabe distinguir entre:

1) *Psicología cognitiva*. Trata de comprender el comportamiento humano y los procesos mentales que comporta.

2) *Psicología social*. Trata de estudiar el origen y las causas del comportamiento humano en un contexto social.

La psicología contribuye a la IPO mediante conocimientos y teorías acerca de como los sujetos se comportan, procesan la información y actúan en grupos y organizaciones, pero también proporciona metodologías y herramientas para evaluar y determinar el grado de satisfacción de éstos a nuestros diseños. De este modo, la psicología proporciona una manera de comprobar que nuestros interfaces son tan efectivos como deseamos.

Diseño

Actividad encaminada a conseguir la producción en serie de objetos útiles y bellos. Tal como se entiende actualmente, pretende actuar sobre el entorno físico del hombre con tal de mejorarlo en su conjunto. Esta es una disciplina muy importante dentro de la IPO, tal como podemos ver en su definición para conseguir programas usables.

Etnografía - Sociología

Es la ciencia que estudia las costumbres y las tradiciones de los pueblos. En los últimos años, algunas de las mayores compañías americanas están reclutando antropólogos para comprender mejor a sus clientes y a sus trabajadores y para diseñar productos que reflejen mejor las tendencias culturales emergentes. Estas compañías están convencidas que las herramientas de investigación etnográfica —observación detallada, entrevistas sutiles, documentación sistemática—, pueden responder a aquellas cuestiones sobre organizaciones y mercados que otros métodos no pueden.

Ergonomía o factores humanos

Su propósito es definir y diseñar herramientas y artefactos para diferentes tipos de ambiente: trabajo, descanso y doméstico. Su objetivo es maximizar la seguridad, la eficiencia y la fiabilidad para simplificar las tareas e incrementar la sensación de confort y satisfacción. Las radiaciones de las pantallas, por ejemplo han sido una tema de trabajo importante en los últimos años.

La ergonomía o factores humanos se centra el estudio de las características físicas de la interacción, por ejemplo el entorno físico donde se produce esta y la forma y las peculiaridades físicas de la pantalla.

Describir completamente la ergonomía podría ocupar casi un curso completo, tanto como para hacer una disciplina aparte.

Algunos de los aspectos que se podrían considerar son los siguientes:

1) *Organización de los controles y pantallas*. Los aspectos físicos de como están organizados los controles y las pantallas son importantes. En general han de permitir una acción rápida al usuario. El usuario ha de poder acceder fácilmente a todos los controles y ver toda la información que se le presenta sin mover excesivamente el cuerpo.

2) *La información más importante ha de estar situada a la altura de los ojos*. Los controles se han de disponer espaciados con tal de que el usuario se acomode perfectamente. En cuanto a la iluminación, hace falta prevenir los reflejos.

3) *El entorno físico de la interacción*. La ergonomía también estudia el entorno físico donde se realiza la interacción.

4) *Aspectos de salud*. Aunque el uso de los ordenadores no es una actividad arriesgada, es preciso tener en cuenta determinados aspectos de salud que afectan directamente la calidad de la interacción y las prestaciones del usuario, la posición física, la temperatura, la luz, el ruido, el tiempo de

permanencia delante del ordenador, etc. Actualmente las grandes compañías ya están teniendo en cuenta los aspectos de prevención de riesgos laborales en el mundo de la informática.

5) *El uso de los colores*. Los colores utilizados para visualizar han de ser tan diferentes como sea posible y su distinción no se debe ver afectada por los cambios de contraste.

Programación

Un ordenador por si solo no es capaz de hacer nada, sino que solo puede hacer lo que se la ha indicado, o mejor dicho, programado que haga. La programación es la herramienta que nos permite "decirle al ordenador lo que debe hacer".

Todas las acciones que un ordenador realiza cuando un usuario interactúa con él son respuestas programadas por un programador.

El programador de ordenadores es el encargado de diseñar soluciones a problemas y de escribirlos como programas de computadora [TRE83].

Un programa:

- debe funcionar
- no debe tener dificultades
- debe estar bien documentado
- debe ser eficiente

Dentro de la programación podemos englobar tanto los propios lenguajes de programación (Java, C, C++, Pascal, Fortran, BASIC, etc.) como todas las herramientas de diseño y programación que permiten el desarrollo de las interfaces.

Básicamente podemos clasificar los tipos de programación en cinco grandes grupos:

1) ORIENTADA a OBJETOS.

La programación Orientada a Objetos (POO) esta basada en los conceptos de Clases y Objetos.

Clases:

Una Clase es una colección de Datos y Métodos que operan sobre los datos. Los datos y métodos tomados juntos sirven para definir contenido y capacidades de algunos Objetos.

Objetos:

Un Objeto es una instancia de una Clase.

Es la programación mayormente utilizada hoy en día.

Ejemplos: C++, Java

2) IMPERATIVA (Entrada, procesamiento y salidas de Datos):

Es llamada así porque esta basada en comandos que actualizan variables que están en almacenamiento.

Es en 1950 cuando los programadores reconocen que las variables y comandos de asignación constituyen una simple pero útil abstracción de memoria que se actualiza.

Debido a su relación cerrada con las arquitecturas de las máquinas, los lenguajes de Programación Imperativa pueden ser implementados

eficientemente. La razón fundamental de la Programación Imperativa está relacionada a la naturaleza y propósito de la programación.

Su principal característica es que están *orientados a la arquitectura del computador*.

Ejemplos: PASCAL-ADA

3) FUNCIONAL:

La principal característica de este tipo de programación reside en que "los datos son funciones y los resultados pueden ser un valor o una función".

En programación Funcional la aplicación de valores de entrada para valores de salida es alcanzado directamente.

El programa en sí es una Función (o un grupo de funciones). Usualmente compuesto de Funciones mas simples.

La relación entre las funciones son muy simples:

Una Función puede llamar a otra Función, o el resultado de una Función puede ser usado como el argumento de otra Función.

Los programas son escritos enteramente dentro del lenguaje de expresiones, funciones y declaraciones.

Ejemplos: LISP, ML, HOPE

La Programación Funcional se caracteriza por el uso de Expresiones y Funciones mientras que la Imperativa por el uso de variables, comandos y procedimientos.

4) DECLARATIVA:

La programación Declarativa está basada en la noción de Relación debido a que la relación es el concepto más general de una Aplicación.

Los lenguajes declarativos están basados en el modo de pensar de los humanos en lugar del ordenador.

Principales ventajas que aportan:

- Elegancia, claridad, sencillez, potencia y concisión.
- Semánticas claras, simples y matemáticamente bien fundadas.
- Cercanos al nivel de abstracción de las especificaciones formales/informales de los problemas a resolver.
- Referencialmente transparentes: Comportamiento matemático adecuado que permite razonar sobre los programas.
- Soportan técnicas muy avanzadas de desarrollo, mantenimiento y validación de programas.
- Altas dosis de paralelismo implícito.
- Aplicaciones variadas y de gran interés.

Ejemplos: PROLOG, HASKEL, MODULA-2.

5) CONCURRENTE:

Este Tipo de programación esta aún en proceso de investigación.

La Programación Concurrente es una disciplina relativamente nueva y, por ello, va tomando muchas aproximaciones diferentes según va avanzando su investigación.

La Programación Concurrente debe frecuentemente estar acompañada por el avance del Hardware y sus arquitecturas correspondientes.

Ejemplos: ADA es un lenguaje familiar y tiene una aproximación a la Concurrencia.

Inteligencia artificial

La inteligencia artificial trata de diseñar programas de ordenador inteligentes que simulen diferentes aspectos del comportamiento humano inteligente.

La inteligencia artificial ha sido utilizada en el diseño de tutores y sistemas expertos en interfaces inteligentes y en el diseño de interfaces de lenguaje natural utilizando la voz. El desarrollo de agentes inteligentes para ayudar en la navegación a los usuarios y reducir las tareas más normales es un tema nuevo en los desarrollos multimedia.

Ingeniería de software

Es importante tener en cuenta la ingeniería de software en el desarrollo de un sistema interactivo. Esta disciplina estudia técnicas de diseño y desarrollo del software. Para realizar diferentes aplicaciones se deben utilizar procedimientos propios de ingeniería. Sólo con estos procedimientos y técnicas vamos a obtener un software de calidad.

6 Usabilidad

Para que un sistema interactivo cumpla sus objetivos tiene que ser *usable* y, además, debido a la generalización del uso de los ordenadores, *accesible* a la mayor parte de la población humana.

La utilidad de un sistema [NIE93], como que medio para conseguir un objetivo, tiene una componente de funcionalidad (la llamada utilidad funcional) y otra basada en el modo en que los usuarios pueden usar dicha funcionalidad. Es esta última la que nos interesa ahora.

Podemos definir la usabilidad 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.

¿Por qué es importante la usabilidad?

El establecimiento de unos principios de diseño en ingeniería basados en la usabilidad han tenido como consecuencia probada:

- una reducción de los costes de producción
- una reducción de los costes de mantenimiento y apoyo
- una reducción de los costes de uso
- una mejora en la calidad del producto

Aun así cabria preguntarse: ¿por qué nos tenemos que preocupar?, ¿porqué las cosas son difíciles de utilizar?

> *El problema radica en el desarrollo del producto, en el énfasis de la tecnología, en vez del usuario, la persona para la cual esta hecho el dispositivo* [NOR99].

La Interfaz de Usuario (IU), es la puerta del usuario a la funcionalidad del sistema subyacente. Que las interfaces de usuario estén mal diseñadas es un factor que frena el uso de las funcionalidades. Por tanto, es muy importante diseñar interfaces de usuario usables.

Podemos entender la usabilidad como aquella característica que *hace que el software sea fácil de utilizar y fácil de aprende*r. Un software es fácil de utilizar si realiza la tarea para la que lo estamos usando de una manera fácil, eficiente y intuitiva. La facilidad de aprendizaje se puede medir por lo rápidamente que realizamos una tarea, cuantos errores se cometen y la satisfacción de la gente que lo utiliza.

También incluye aspectos como que sea seguro, útil y que tenga un coste adecuado.

Una aplicación usable es la que permite que el usuario se concentre en su tarea y no en la aplicación.

> *Las interfaces se ponen en el medio. No quiero concentrar mis energías en la interfaz, me quiero concentrar en mi trabajo* [NOR88].

Comentarios habituales que se hacen respecto de la no necesidad de la usabilidad

A pesar de lo expuesto anteriormente, siguen apareciendo críticas respecto la usabilidad:

- Los usuarios no necesitan mejores interfaces sino un entrenamiento mejor.
- La usabilidad es subjetiva —no se puede medir.
- El diseño de la interfaz de usuario está implícito en el diseño del software. No se tiene que planificar expresamente y valorar su coste.
- Si el diseñador esta familiarizado con guías de estilo y principios de diseño, se harán buenas interfaces.
- El diseño de la interfaz de usuario no es necesario hasta el diseño detallado.
- La usabilidad aumenta los costes de desarrollo y el tamaño del ciclo de desarrollo.

Principios generales de la usabilidad

En esta sección presentamos los principios generales que se pueden aplicar a un sistema interactivo para mejorar la usabilidad [DIX93]:

6) Facilidad de aprendizaje.

   - Que sea mínimo el tiempo necesario que se requiere desde el no conocimiento de una aplicación a su uso productivo.
   - Reducir el tiempo necesario para ayudar en las sesiones de aprendizaje.
   - Proporcionar ayuda a usuarios intermedios. Esta característica permite que los usuarios noveles comprendan como utilizar inicialmente un sistema interactivo y, a partir de esta utilización, llegar a un nivel de conocimiento y uso del sistema máximo.

   Para que el sistema sea fácil de aprender, éste debe ser:

   - *Sintetizable*. El usuario tiene que poder evaluar el efecto de operaciones anteriores en el estado actual. Es decir, cuando una operación cambia

algún aspecto del estado anterior, es importante que el cambio sea captado por el usuario.

- *Familiar*. Los nuevos usuarios de un sistema poseen una amplia experiencia interactiva con otros sistemas. Esta experiencia se obtiene mediante la interacción en el mundo real y la interacción con otros sistemas informáticos. La familiaridad de un sistema es la correlación que existe entre los conocimientos que posee el usuario y los conocimientos requeridos para la interacción en un sistema nuevo.

7) Consistencia.

Este es un concepto clave en la usabilidad de un sistema informático. Diremos que un sistema es consistente si todos los mecanismos que se utiliza son siempre usados de la misma manera, siempre que se utilicen y sea cual sea el momento en que se haga.

El problema que se nos plantea es que, ya recién acabada una aplicación, el mercado ya nos presiona para hacer una de nueva, con nuevas metáforas, objetos y comportamiento. ¿Es posible, en estos casos, tener una consistencia completa? La verdad es que es difícil, pero hemos de intentar mantener la máxima consistencia entre versiones o como mínimo, que sea lo máximo consistente posible y que el usuario pueda utilizar nuevas posibilidades interactivas sin perder las que ya conocía.

Recomendaciones para diseñar sistemas consistentes:

- Seguir guías de estilo siempre que sea posible.
- Diseñar con un "*look & feel*" común.
- No hacer modificaciones si no es necesario hacerlas.
- Añadir nuevas técnicas al conjunto preexistente, en vez de cambiar las ya conocidas.

8) Flexibilidad.

La flexibilidad se refiere a la multiplicidad de maneras en que el usuario y el sistema intercambian información.

Los parámetros que miden la flexibilidad son:

A- Control del usuario.

- Permite a los usuarios conducir la interacción.
- Permite a los usuarios no estar forzados a trabajar para la aplicación.
- Hace a los usuarios inteligentes para que resulte obvio cómo proceder.

Como dar control al usuario:

- Dar a los usuarios la posibilidad de poder deshacer.
- Dar a los usuarios control para empezar y acabar las operaciones siempre que sea posible. Cuando el proceso no se pueda interrumpir, advertir a los usuarios y visualizar mensajes apropiados durante el proceso.

B- Migración de tareas.

La migración de tareas está relacionada con la transferencia del control entre el usuario y el sistema. Tanto el usuario como el sistema han de poder pasar de una tarea a la otra o promocionarla, de manera que pueda ser completamente interna o compartida entre los dos.

Por ejemplo, el corrector ortográfico es una tarea que puede ser realizada por el usuario, automatizada por el sistema o compartida entre los dos.

C- Capacidad de substitución.

La capacidad de substitución permite que valores equivalentes puedan ser substituidos los unos por los otros.

Por ejemplo, si queremos introducir el valor que determina el margen de una carta, se puede preferir entrarlo en centímetros o en pulgadas, explícitamente o como resultado de calcularlo según los valores que previamente hemos entrado, tal como la anchura de la carta o otros o, finalmente, decidirlo visualmente.

Eliminando cálculos innecesarios al usuario, se pueden minimizar errores y esfuerzo cognitivo.

D- Adaptabilidad.

Adaptabilidad es la adecuación automática de la interfaz al sistema. Las decisiones para poder hacerlo pueden estar basadas en la experiencia del usuario o en la observación de la repetición de ciertas secuencias de tareas. Se puede preparar a un sistema para reconocer el comportamiento de un experto o de un usuario novel y, de acuerdo con esto, ajustar automáticamente el control del diálogo o el sistema de ayuda con tal de adaptarlo a las necesidades del usuario actual.

Existen técnicas para obtener flexibilidad, como

- Permitir a los usuarios suspender una acción y comenzar otra para atender un trabajo inesperado.
- Tener atajos y soporte de navegación por teclado para no tener que utilizar siempre el ratón.

9) Robustez.

La robustez de una interacción cubre las características para poder cumplir sus objetivos y su asesoramiento.

10) Recuperabilidad.

Grado de facilidad que una aplicación permite al usuario para corregir una acción una vez está reconocido un error.

11) Tiempo de respuesta.

Se define generalmente como el tiempo que necesita el sistema para expresar los cambios de estado del usuario. Es importante que los tiempos de respuesta sean soportables para el usuario.

12) Adecuación de las tareas.

Grado en que los servicios del sistema soportan todas las tareas que el usuario quiere hacer y la manera en que éstas las comprenden.

13) Disminución de la carga cognitiva.

Esto significa que:

- Los usuarios tienen que confiar mas en los reconocimientos que en los recuerdos.
- Los usuarios no tienen que recordar abreviaciones y códigos muy complicados.

7 El diseño centrado en el usuario

Tal como destacan diversos autores, el diseño de sistemas interactivos implica realizar un diseño pensando en el usuario, centrando nuestro sistema de desarrollo en él e implicarlo tanto como sea posible, hasta pensar en incluir usuarios en el equipo de diseño. Actualmente es fácil encontrar implantaciones de sistemas de información en que los usuarios están totalmente integrados dentro del equipo de

diseño. Por ejemplo, los ya muy conocidos ERP, cuando se adaptan a una empresa suelen necesitar de la interacción con los usuarios finales de la aplicación. Muchas veces está presente la negativa de algunos empleados de algunas empresas en colaborar. Los estudios actuales informan que esta poca predisposición a ayudar en su implantación es debida a la poca adaptabilidad del ser humano a los cambios drásticos. Así pues, el usuario final de la aplicación, ya sea de modo consciente o inconsciente, tiene miedo al nuevo sistema, a las nuevas reestructuraciones del departamento que se pueden llegar a realizar, a que el sistema reduzca el trabajo a realizar por los empleados y por tanto sean necesarios los despidos o las jubilaciones anticipadas, etc.

Por tanto es necesario tener en cuenta estas negativas con las que nos podemos encontrar.

MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad.

Introducción

Este trabajo propone y explica una *metodología para desarrollar un producto interactivo bajo los parámetros de la usabilidad y la accesibilidad*. Antes de esta propuesta se ha estudiado el estado actual de la cuestión de la temática en el ámbito de Interacción Persona-Ordenador. Se ha diseñado un esquema que refleja el Modelo de Proceso a seguir para conseguir dicho propósito al cual hemos llamado "Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad. Modelo de Proceso".

La **Ingeniería de la Usabilidad** es una metodología que proporciona la manera de proceder organizadamente para poder conseguir usabilidad en el diseño de interfaces de usuario durante el desarrollo de un producto interactivo. Se trata de una materia multidisciplinar que tiene sus raíces en otras disciplinas básicas: sicología cognitiva, sicología experimental, etnografía y ingeniería del software.

La Ingeniería del Software es una aproximación al desarrollo del software que engloba la definición de requisitos de la aplicación, la definición de objetivos y el diseño/testeo. Este preoceso suele realizarse en ciclos iterativos –aunque no siempre es así– hasta conseguir las metas marcadas. La Ingeniería de la Usabilidad utiliza los componentes generales de la Ingeniería del Software proporcionando un proceso para el diseño y desarrollo de sistemas interactivos que sean usables.

Es importante tener en cuenta que un diseño óptimo no puede conseguirse basándose solamente en principios generalistas: *cada producto y sus usuarios son únicos*. Por contra, aplicar métodos sin seguir unas líneas de trabajo perfectamente definidas y bien organizadas suele llevar al fracaso.

El Modelo de Proceso –de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad– aquí descrito es aplicable todo tipo de proyectos, ya sean del ámbito de la ofimática como a proyectos más específicos y especializados, incluso aquellos que están directamente ligados a ciertas especialidades más concretas (medicina, industria, sitios web, etc.). Dicho Modelo de Proceso, además, no descuida un aspecto tan fundamental hoy en día como el cambio de paradigmas en el uso de la información, factor que conlleva su problemática y será convenientemente abordada.

El Modelo de Proceso puede adaptarse tanto a desarrollos comerciales –aplicaciones para el gran público– como para desarrollos a medida. Incluso es válido tanto para aplicaciones de tamaño muy diverso, ya sea pequeñas aplicaciones como otras de gran complejidad; el ciclo de vida dispone de una serie de "atajos" para aquellas aplicaciones de menor complejidad o para aquellos desarrollos que sean mejoras o re-implementaciones de partes de sistemas existentes.

Uno de los principales problemas de la ingeniería de la usabilidad reside en la dificultad de medir o evaluar dicha usabilidad –que grado de usabilidad tiene la aplicación–. Diversos autores han realizado aproximaciones para resolver esta cuestión lo cual hace que exista una amplia variedad de métodos que se clasifican bajo tres conceptos en función de lo que evalúan y cómo lo hacen. Estos conceptos de clasificación son:

1) Inspección
2) Indagación
3) Test

MODELO de PROCESO de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad. Vista preliminar.

El Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad consiste en una serie de actividades bien organizadas que a grandes rasgos podemos clasificar como:

- actividades estructuradas de los análisis de los requisitos de la usabilidad
- un conjunto de actividades explícito de objetivos de usabilidad
- actividades de soporte a una aproximación estructurada del diseño de la interfaz de usuario
- actividades de evaluación de los objetivos de usabilidad mediante iteraciones –hacia dichos objetivos– en el diseño

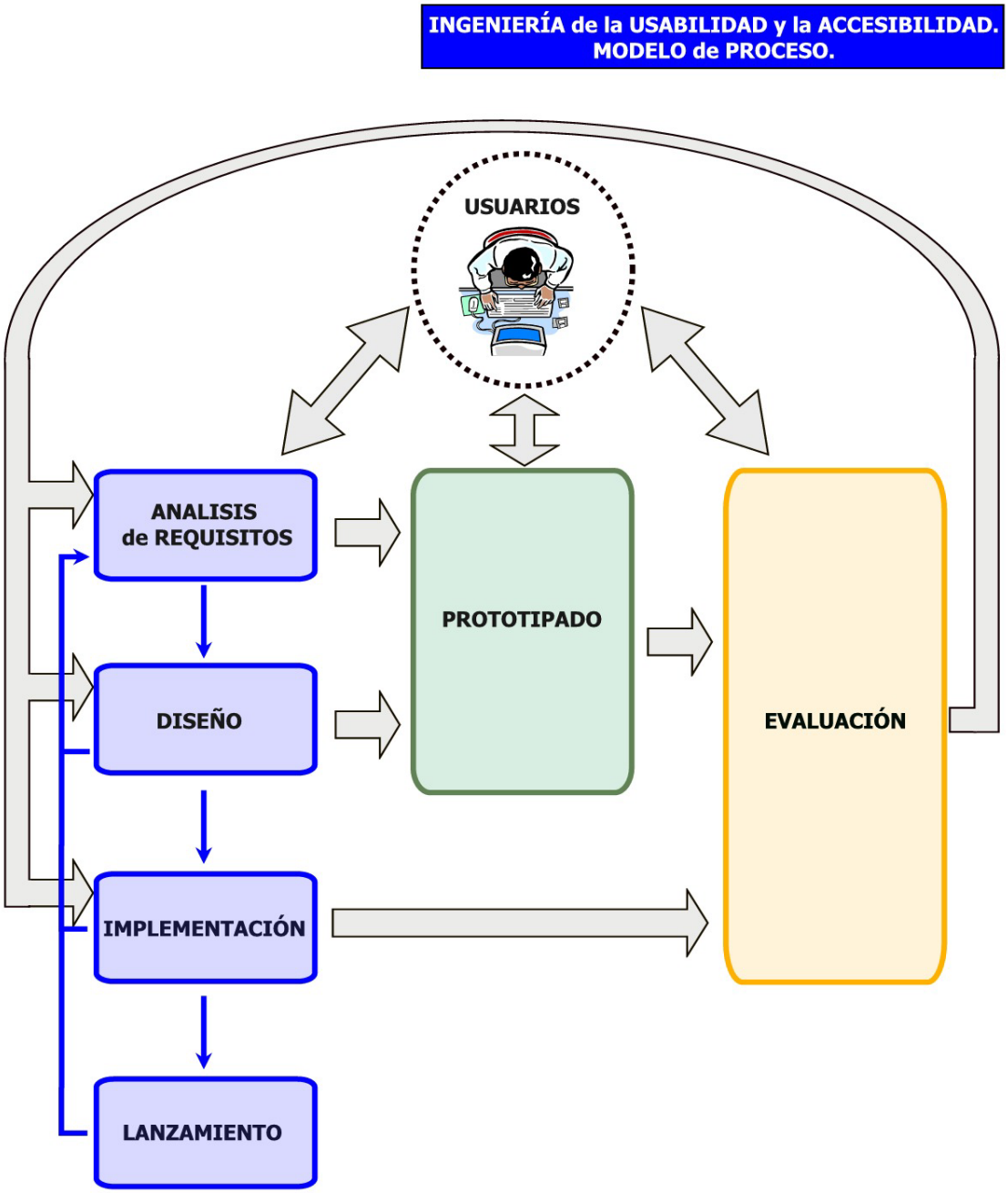


Figura 2 Ingeniería de la usabilidad y la accesibilidad. Modelo de proceso

El esquema anterior nos muestra las diferentes fases en que se divide el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad y como deben realizarse cada una de ellas.

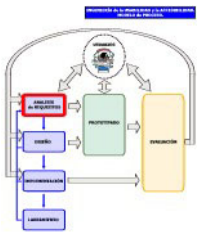
Examinando el esquema a primera vista podríamos pensar que éste no aporta nada nuevo, lo cual esto es cierto en cuanto a conceptos se refiere aunque no lo es si tenemos en cuenta la siguiente serie de factores:

1. Lo primero que aporta es una organización conceptual, de manera que "pone cada cosa en su sitio" dotando de las pautas a seguir durante el diseño de un sistema interactivo.
2. Distingue claramente los tres pilares que nosotros consideramos básicos a la hora de especificar la Ingeniería del Software inmersa en la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad. Estos pilares son:
    - la Ingeniería del Software clásica (columna en azul de la izquierda –Análisis/Diseño/Implementación/Instalación)

- el Prototipado (columna en verde en el centro), cómo metodología que engloba técnicas que permitirán la posterior fase de evaluación.
- la Evaluación (columna en amarillo de la derecha) que engloba y categoriza los métodos de evaluación existentes.

3. Pone en un primer plano visible que los usuarios están en el centro del ciclo de vida dejando muy evidente que se trata de un proceso de diseño centrado en el usuario.
4. Las flechas especifican la idea de la iteratividad que debe realizarse entre las diferentes operaciones y dónde los intervienen usuarios.

A continuación vamos a ver detalladamente cada uno de los módulos en detalle.



Análisis de requisitos

Si vemos el proceso o fase de Análisis de Requisitos desde la óptica de la Ingeniería del Software clásica en este se establecen los servicios que el sistema debe proporcionar y las restricciones bajo las cuales debe operar. Se determinan los requisitos que determinan qué debe hacer el sistema y cómo debe hacerlo. Los tipos de requisitos suelen ser:

- funcionales, que describen una funcionalidad o un servicio del sistema y,
- no funcionales, que suelen ser restricciones al sistema (p. e. tiempo de respuesta) o para su proceso de desarrollo (utilizar un determinado lenguaje).

La fase del Análisis de Requisitos en el modelo de la Ingeniería de la usabilidad y la Accesibilidad incluye todo lo descrito anteriormente y añade una serie de conceptos que definen el "factor diferencial" que garantizara el desarrollo de un producto con un grado mucho mas alto en cuanto a la usabilidad y accesibilidad de dicho producto.

Actividades del análisis de requisitos

Figura 3 Lista de actividades pertenecientes al análisis de requisitos

Análisis Etnográfico. La etnografía es un término que se deriva de la antropología, puede considerarse también como un método de trabajo de ésta; se traduce etimológicamente como estudio de las etnias y significa el análisis del modo de vida de una raza o grupo de individuos, mediante la observación y descripción de lo que la gente hace, cómo se comportan y cómo interactúan entre sí, para describir sus creencias, valores, motivaciones, perspectivas y cómo éstos pueden variar en diferentes momentos y circunstancias; podríamos decir que describe las múltiples formas de vida de los seres humanos.

Para hacer etnografía es necesario adentrarse en el grupo, aprender su lenguaje y costumbres, para hacer adecuadas interpretaciones de los sucesos, si se tienen en cuenta sus significados; no se trata de hacer una fotografía con los detalles externos, hay que ir más atrás y analizar los puntos de vista de los sujetos y las condiciones histórico-sociales en que se dan.

Las herramientas de investigación etnográfica pueden responder a aquellas cuestiones sobre organizaciones y mercados que otros métodos no pueden, por lo que en los últimos tiempos las grandes compañías de desarrollo de software se han dado cuenta de la gran capacidad de información útil que la etnografía puede

aportar para sus desarrollos, llegando incluso a incorporar etnógrafos en sus propios equipos de trabajo.

Perfil de Usuario. Debe obtenerse una descripción de las características más relevantes de la población potencial que usará la interfaz de usuario que vamos a diseñar. Dichas características serán muy diversas como por ejemplo el grado de conocimiento/uso de equipos/programas informáticos, experiencia profesional, nivel de estudios, experiencia en el puesto o tipo de trabajo, entorno social, etc.

Esto nos servirá para poder tomar decisiones a la hora de diseñar la interfaz de usuario y también a identificar las categorías de usuarios que deberán tratarse en el Análisis Contextual de Tareas.

Análisis Contextual de Tareas. Se trata de realizar un estudio de las tareas actuales de los usuarios, como las realizan, que patrones de trabajo utilizan –si utilizan alguno– y llegar a especificar y entender los objetivos de los usuarios.

La consecución de un determinado objetivo, normalmente, no es más que una serie de tareas encadenadas bajo unos ciertos parámetros y un cierto orden que nos llevan a realizar dicho objetivo. No se trata aquí de realizar el análisis de las tareas sino de determinar todas las tareas que el sistema es capaz de realizar actualmente, o sea, antes de empezar a implementar el nuevo sistema (entendiendo como sistema no al sistema interactivo sino a la manera con sus métodos y herramientas que actualmente se realizan las cosas).

Actores. Normalmente nos referiremos cómo actores a individuos o personas. Es muy importante para poder modelar tareas poder identificar los diferentes tipos de actores relevantes que intervienen en el sistema. Los tipos de actores pueden identificarse basándose en dos diferentes tipos de variables: (1) características psicológicas como estilos cognitivos o habilidades espaciales; y (2) características relacionadas con las tareas como puede ser el nivel de conocimiento de la tecnología informática.

Roles. Los roles indican clases de actores los cuales tienen asignados ciertos subconjuntos de tareas, ya sea por elección propia o como resultado de la organización. Por definición los roles son genéricos para el mundo de las tareas. Mas de un actor puede estar involucrado en un mismo rol, y un mismo actor puede tener varios roles al mismo tiempo.

Los roles pueden realizarse temporalmente, ser negociados entre los actores y ser aceptados o rechazados.

Los actores pueden tener representaciones (mentales) internas de sus propios roles y pueden tenerlos representados externamente mediante comportamientos simbólicos, instrumentos u objetos (equipamiento, etc.).

Organización. El concepto de “organización” hace referencia a la relación existente entre actores y roles en el contexto de las tareas a realizar. La organización describe la estructura jerárquica y de delegación de responsabilidades entre roles, así cómo el papel de los actores en los diferentes roles.

En una organización la estructura de los roles puede ser de varias formas: por ejemplo un rol puede ser un subtipo de otro rol (un delegado de ventas es a su vez un delegado) o roles pueden ser parte de otro rol (una enfermera es parte del departamento de salud de una determinada compañía, el cual forma parte del departamento de personal).

Objetos. Cada cosa que sea relevante en el trabajo en una cierta situación es un objeto en el sentido del análisis de tareas. Los objetos pueden ser cosas físicas o conceptuales, como mensajes, gestos, passwords, firmas, etc.

Plataforma (posibilidades/restricciones). Este punto va directamente relacionado con la plataforma tecnológica escogida para albergar el producto. En función de dicha elección se estudiaran y documentará el conjunto de posibilidades que dicha plataforma nos ofrece así como las restricciones tecnológicas que nos impone.

Evidentemente ello nos definirá un conjunto de opciones posibles y/o imposibles para tenerlas en cuenta a la hora de diseñar la interfaz de usuario.

Perfil del Entorno. El entorno donde se realiza un determinado trabajo suele influir muy directamente en la manera en que este se realiza, por lo que deberá tenerse muy en cuenta dicho factor a la hora de realizar el diseño de los sistemas pues las tareas necesarias para su consecución pueden variar mucho del concepto mental que podamos tener.

Bien conocidos son los casos de empresas con sedes en diferentes sitios que deben ofrecer un mismo producto con estrategias comerciales totalmente distintas unas de otras. Incluso con centros de fabricación distintos para fabricar un mismo producto las líneas de producción difieren mucho unas de otras. Todo ello en gran parte se debe al entorno donde se realiza la actividad.

Objetivos de la Usabilidad. De las dos tareas anteriores obtenemos objetivos específicos que reflejan *cualitativamente* los requisitos de la usabilidad. También obtenemos objetivos *cuantitativos* que nos definen el conjunto mínimo aceptable de objetivos para que el usuario pueda disponer de un buen funcionamiento del sistema y un conjunto de prioridades a aplicar a dichos objetivos.

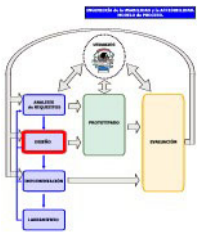
Estos objetivos nos serán fundamentales mas adelante en la fase de diseño y sobretodo en las evaluaciones iterativas que garanticen un alto grado de usabilidad.

Recapitulando, la usabilidad es vista generalmente para asegurar que los productos interactivos sean fáciles de aprender, efectivos y agradables para sus usuarios. Todo ello conlleva optimizar las interacciones que las personas llevan a cabo con sus productos interactivos para poder conseguir realizar sus actividades en el trabajo, la escuela, y, en definitiva, en su vida cotidiana. Concretando un poco más, los objetivos básicos de la usabilidad los podemos enumerar en la siguiente lista:

- facilidad en el aprendizaje
- consistencia
- flexibilidad
- robustez
- recuperabilidad
- tiempo de respuesta
- adecuación a las tareas
- disminución de la carga cognitiva

Objetivos de la Aplicación. No hay ninguna aplicación que se realice sin al menos un objetivo concreto. Una empresa, persona, grupo o institución decide desarrollar una aplicación como consecuencia de haberse marcado unos objetivos a cumplimentar y ven, por tanto, necesaria la implementación de la aplicación como herramienta (única o como parte de ella) para conseguirlo.

A la hora de recoger los objetivos de la aplicación deberemos tener en cuenta tanto los *requisitos funcionales* como los *no funcionales* (tiempos de respuesta, utilización de un determinado lenguaje de programación, etc.).



Diseño

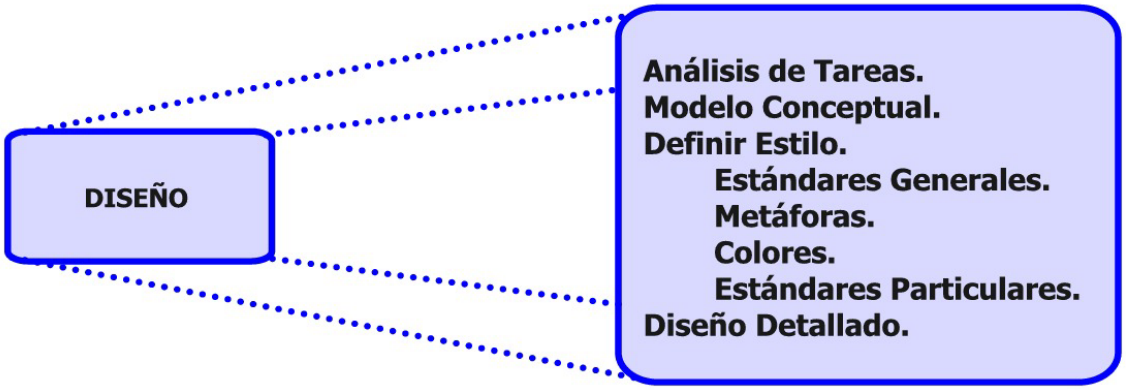
Uno de los aspectos más importantes en los sistemas interactivos reside en el diálogo con el usuario. La interfaz es la parte (hardware y software) del sistema informático que facilita al usuario el acceso a los recursos del ordenador. En este sentido, THIMBLEBY [THI90] sugiere que la interfaz determinará en gran medida la percepción e impresión que el usuario poseerá de la aplicación.

La finalidad esencial del diseño de sistemas interactivos es el proporcionar el soporte necesario a las personas en su trabajo diario, lo cual indica la importancia de este proceso de desarrollo de cualquier aplicación y su importancia. Por tanto tiene que tenerse en cuenta desde el principio.

El usuario no está interesado en la estructura interna de la aplicación, sino en cómo usarla. No se puede realizar la especificación, diseñar las funciones y estructuras de datos y escribir el código y una vez casi terminado el proceso de desarrollo de la aplicación plantearse el diseño de la interfaz de usuario. Siguiendo esta forma de trabajo lo mas seguro es que se obtengan diseños de interfaces muy dependientes de los diseños que se han realizado de los datos y de las funciones, sin tener en cuenta que esos datos han de ser obtenidos y representados por y para el usuario.

Deberá empezarse con una idea clara de cómo queremos la interfaz del usuario y como serán las interacciones con este para después, desarrollar las especificaciones funcionales que sirvan de guía al diseño posterior.

Actividades del Análisis de Requisitos



Análisis de Tareas. Basándose en todos los requisitos obtenidos en la fase anterior y los objetivos obtenidos de la misma se rediseñarán las tareas del usuario para racionalizar la organización del trabajo y explotar las capacidades que la automatización proporciona.

En esta fase no interviene diseño alguno ya que solo se trata de poner en orden de una forma bien estructurada la parte funcional de la información obtenida del análisis de requisitos.

Formalmente el Análisis de Tareas es "*el proceso de analizar la forma cómo las personas realizan sus trabajos: las cosas que hacen, las cosas sobre las cuales o con las cuales actúan y las cosas que necesitan conocer*" [DIX93].

El campo de acción del análisis de tareas es muy amplio. Comparándolo con las tareas que involucran directamente el ordenador, el análisis de tareas modelara los aspectos del mundo que no son, o no se espera que sean, parte del sistema del ordenador, por lo que incluye actividades como por ejemplo ir a buscar un documento en el archivador, cambiar el tonner de la impresora o poner el disquete en el ordenador.

Existen varios métodos para realizar el análisis de tareas, los cuales se diferencian entre sí básicamente por el grado de formalismo de su notación y por su poder de expresividad y finalidad. Todos ellos parten de un **Objetivo**, unas **Tareas** a realizar para conseguir dicho objetivo y una serie de **Acciones** como pasos a seguir para estructurar el orden y el cómo deben realizarse dichas tareas.

He aquí una muy breve enumeración de algunos de los métodos existentes para realizar el Análisis de Tareas: Análisis Jerárquico de Tareas o HTA (Hierarchical Task Analisys), GOMS (Goals Operations Methods Selection), KLM (KeyStroke Level Mode), TAG (Task Action Grammar), UAN (User Action Notation), CTT (ConcurTaskTrees), GTA (Groupware task Analisys).

Modelo Conceptual. Partiendo también de la información recogida durante la fase anterior se generaran, a un nivel muy primario, las primeras alternativas del diseño. El diseño detallado de las interfaces no se realiza hasta el segundo nivel de esta fase del ciclo de vida.

Algunos autores consideran este modelado como lo más importante dentro de la fase de diseño:

> "The most important thing to design is the user's conceptual model. Everything else should be subordinated to making that model clear, obvious, and substantial, That is almost exactly the opposite of how software is designed."
>
> (David Liddle, 1996) [PRS02]

Es en este nivel donde ya se definen las principales pantallas –cuando se trata de pantallas de ordenador como interfaces– y sus caminos de navegación (*navigational pathways*).

Se establecen también las reglas para una presentación consistente de los productos del trabajo, de los procesos y las acciones.

El Modelo Conceptual puede entenderse como una descripción del sistema propuesto en términos de un conjunto integrado de ideas y conceptos sobre lo que este debe hacer, como debe comportarse y como debe parecer, que será comprensible por los usuarios de la forma en que se ha propuesto [PRS02].

El desarrollo de un Modelo Conceptual conlleva *pre-visualizar* el producto propuesto, basándose en las necesidades del usuario y otros requisitos identificados (todo ello extraído de la fase anterior del Modelo de Proceso).

Podemos distinguir diferentes clases de Modelos Conceptuales, todos ellos agrupados o clasificados sen dos grandes grupos:

- aquellos Modelos Conceptuales basados en las Actividades:

  interactuando con sistemas los usuarios suelen verse envuelto en tareas como:

  1. instruyendo
  2. conversando
  3. manipulando (y navegando)

4. explorando y hojeando

las cuales no son excluyentes, por ejemplo es posible que una persona de instrucciones mientras conversa o navega en un entorno mientras está hojeando un documento.

- y aquellos Modelos Conceptuales basados en los Objetos:

  estos tienden a ser más específicos que los anteriores ya que se basa en objetos o artefactos (como una herramienta, un libro, un vehículo, etc.) utilizados en un determinado contexto.

Definir Estilo. El propósito de esta tarea o fase es, cómo su nombre indica, el definir un estilo que garantice la coherencia visual y funcional de toda aplicación.

Es aconsejable, incluso, que una vez definido el estilo éste se documente debidamente para que sirva de guía de estilo para toda la aplicación, aún más siendo conscientes que casi todas las aplicaciones evolucionan con el tiempo (nuevas funcionalidades, nuevas versiones, nuevas capacidades, etc.) y un factor que suele ir totalmente en contra de la usabilidad del mismo es que junto con dicha evolución se cambia la manera de presentar las opciones a los usuarios los cuales son "despistados" por la propia interfaz. El disponer de una guía de estilo, seguirla y cumplirla garantiza que esto no se produzca.

Definir Estilo: Estándares Generales. Existen una serie de estándares generales –la mayoría de ellos vienen por imposición industrial– que son principios y guías que se deben seguir.

Existen estándares de facto (Macintosh Toolbook, MS Windows, IBM SAA/CUA) los cuales debe seguirse debido al enorme uso de dichas tecnologías.

Existen otros estándares en otros ámbitos: ANSI, ISO, DIN, MIL–STD, NASA–STD.

Estos estándares, generales, se diseñan para proteger la uniformidad y la línea de productos desarrollados, mejorando, con ello, la eficiencia del usuario (beneficio de una interfaz común para muchos programas). Aseguran la coherencia y la consistencia a lo largo del diseño de la interfaz.

Definir Estilo: Metáforas. El termino metáfora normalmente va asociado al lenguaje y hace referencia a cuando se utiliza una palabra que expresa literalmente una cosa para manifestar otra que tenga cierto parecido con aquella.

El mismo término sacado del contexto literario sirve para asociar conceptos abstractos de una forma más familiar y accesible

Macintosh introdujo el concepto y el uso de las metáforas en el diseño de las interfaces de usuario y por lo que se ha visto tuvo un gran éxito. Las metáforas de la interfaz se basan en modelos conceptuales que combinan objetos y conocimientos familiares con nuevos conceptos. Papeles, carpetas, archivadores, buzones de correo y papeleras son representados en forma de iconos en la pantalla los cuales poseen su propia funcionalidad y sus propias propiedades.

Puede intuirse, por tanto, la importancia para el buen uso que los usuarios realicen de un sistema que cobra haber definido correctamente las metáforas. Si ello se ha hecho con acierto el usuario intuirá su funcionalidad con lo que no necesitará de ayuda adicional y recordará su uso con facilidad.

Sin embargo un error que los diseñadores suelen hacer durante esta fase es el intentar diseñar una metáfora de interfaz para que se parezca y se comporte literalmente como la entidad física a la cual representa o con la cual es comparada. Incluso es importante tener en cuenta que una misma metáfora puede tener significados distintos dependiendo del contexto en que se encuentre (por ejemplo la

metáfora del buzón de voz es muy distinta la que debe usarse en Norte América que en Europa).

Definir Estilo: Colores. Igual de importante es el establecer los colores apropiados dependiendo del contexto y de los usuarios a los cuales va dirigido.

La buena selección de la combinación de colores ayuda a disponer de una interfaz de usuario agradable; también las funcionalidades principales y/o críticas serán mayormente accesibles dependiendo de los colores utilizados.

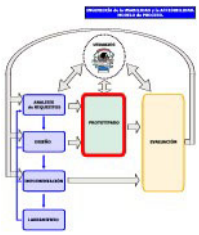
El estilo de los colores complementa a las metáforas dándoles a estas incluso significados diferentes dependiendo del color utilizado (el primer ejemplo que viene a la mente es el uso de una luz como indicadora del estado de una posible opción, la cual en color rojo indica que no está accesible y en color verde si).

Definir Estilo: Estándares Particulares. Este apartado recoge aspectos particulares del cliente final de la aplicación. Suele tener mayor importancia cuando este se trata de corporaciones en lugar de usuarios concretos, pues estas disponen de elementos que les suele caracterizar –logotipo de la empresa, colores corporativos, simbología adaptada de otras aplicaciones existentes, argot propio, etc.–.

Este apartado incluye las metáforas y colores que provienen no de un trabajo de inspección de campo sino por el hecho del destinatario de la aplicación. Una misma aplicación podría servir para dos contextos diferentes cambiando ciertos elementos que utilizaos en un contexto u otro podrían incluso significar funcionalidades totalmente opuestas.

Diseño Detallado. Esta fase es el resultado de la evolución lógica de las fases anteriores una vez prototipadas y evaluadas como mínimo una vez –aunque el número de iteraciones necesarias para definir esta fase dependerá enormemente de la mayor o menor magnitud del proyecto–.

Se procede a realizar un diseño de la interfaz que recoge todos los detalles aglutinados en tareas anteriores y con el mayor detalle posible hasta disponer de una versión que dispone de todos los mismos detalles que la versión software definitiva.



Prototipado

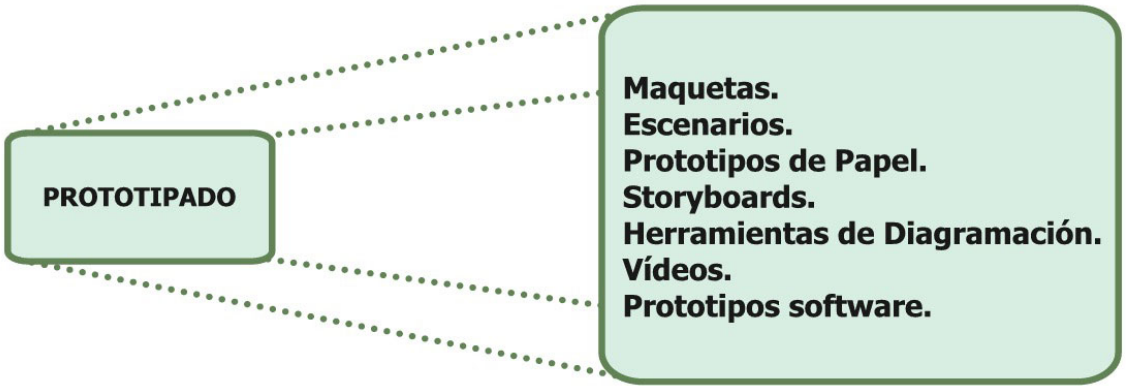
Cuando nos referimos a los prototipos lo hacemos pensando en que son documentos, diseños o sistemas que simulan o tienen implementadas partes del sistema final que deberemos implementar.

El concepto de prototipado engloba todas las herramientas que permiten realizar a los diseñadores de sistemas estas simulaciones.

Como puede observarse el esquema del modelo de proceso no marca ninguna pauta para indicar a los diseñadores en que situaciones deberán recurrir al uso de una determinada o determinadas técnicas para simular el funcionamiento, como tampoco limita a estos a poder realizar un primer prototipo en una fase muy inicial del proyecto –incluso antes de realizar cualquier análisis de tareas– si es que creen conveniente hacerlo. Esto es así porque el modelo propuesto intenta garantizar que se cumplan los pasos necesarios para disponer de un producto altamente usable a la hora que dota al diseñador de un alto grado de libertad para que libremente decida cuando y como deberá aplicar las diferentes técnicas.

Los prototipos responden cuestiones y dan soporte a los diseñadores a la hora de escoger entre varias alternativas. Es más, sirven para una gran variedad de propósitos como por ejemplo para testear la fiabilidad técnica de una idea, clarificar requisitos que quedaron "imprecisos", ver como responde con el resto de la aplicación, etc.

Actividades del Análisis de Requisitos



Maquetas. Habitualmente cuando hablamos de maquetas nos referimos a modelos en tamaño reducido de un algún objeto, monumento, edificio, etc. En el caso de herramienta o técnica para realizar el prototipado de una parte del sistema solemos referirnos a maquetas como objetos construidos (normalmente con materiales muy básicos como por ejemplo madera o cartón) para que sirvan de herramienta con el fin de evaluar una parte física del sistema.

Escenarios. Un escenario es una forma de reflejar las historias sobre personas y sus actividades. Los escenarios destacan objetivos sugeridos por la apariencia y

comportamiento del sistema; que es lo que las personas quieren hacer con el sistema; que procedimientos se usan, cuales no se usan, se realizan o no satisfactoriamente y que interpretaciones hacen de lo que les sucede.

Los escenarios tienen dos elementos característicos: la **configuración**, que sitúa la acción –donde se desenvuelve, con que elementos, características iniciales, etc. – y los **actores**, que son los que realizan la acción.

Prototipos de Papel. Este tipo de prototipo se basa en la utilización de materiales tan básicos y tan al abasto de todo el mundo como es el lápiz, el papel y las tijeras; en definitiva instrumentos que se puedan utilizar para describir un diseño en un papel.

Este sistema permite una gran velocidad y flexibilidad a la hora de hacer los prototipos, a la vez que se trata de una técnica "altamente económica" puesto que trabajamos con materiales muy básicos.

La técnica del prototipaje de papel consiste en dibujar en un papel sin entrar en grandes detalles estéticos las interfaces que se van a evaluar. Por ejemplo: supongamos que tratamos de simular el comportamiento de una funcionalidad concreta de una aplicación que se ejecuta en un PDA; los prototipos de papel serán las diferentes pantallas de dicho dispositivo que el usuario irá visualizando a medida que con el vaya interactuando.

Storyboards. Un Storyboard consiste en una serie de sketches o viñetas que muestran la evolución de la situación del usuario mientras está interactuando con el sistema.

Un ejemplo que rápidamente nos permite saber exactamente de lo que un storyboard se trata son las historietas de los cómicos que todos hemos leído en mas de una ocasión.

Esta técnica suele ir junta a la vista antes de los escenarios con lo que se consigue una mayor precisión y sobretodo aporta un mayor grado de información para su posterior evaluación.

Herramientas de Diagramación.

Narrativa. Una historia completa de la interacción hecha con la existente o con un diseño nuevo

Flowchart. Una representación gráfica de las series de acciones y decisiones extraídas de la narrativa

Texto procedural. Una descripción paso a paso de las acciones del usuario y las respuestas del sistema.

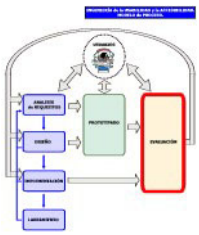
Vídeos. Rodar o grabar un vídeo permite desarrollar un escenario el cual gracias a las técnicas de la pre y post-producción pueden parecer reales funcionalidades y sistemas que solo son ideas o están en fase muy inicial.

El prototipo en vídeo puede ser muy útil en el diseño de interfaces multimodales en el que por ejemplo se realiza una interacción por voz o en el diseño de escenarios futuros de los que todavía no se dispone de la tecnología.

Prototipos Software. Los prototipos de Software son primeras versiones de ciertas funcionalidades del sistema las cuales ya son realizadas con el lenguaje de programación escogido para desarrollar la aplicación.

Normalmente se llega a este prototipo después de varias iteraciones de Prototipaje-Evaluación y se tiene la intención de empezar a ver realmente como responde el sistema.

Suele ser muy aconsejable para testear funciones que los programadores desconocían como implementarlas.



Evaluación

El objetivo de los prototipos no tendría sentido si no fuese porque estos van a ser evaluados para poder comprobar de antemano el funcionamiento del sistema

El prototipo es una herramienta muy útil para hacer participar al usuario en el desarrollo y poder evaluar el producto ya en las primeras fases del diseño (modelo del ciclo de vida basado en prototipos).

Actividades del Análisis de Requisitos

Inspección. El término inspección aplicado a la usabilidad aglutina un conjunto de métodos para evaluar la usabilidad en los que hay unos expertos conocidos como evaluadores que explican el grado de usabilidad de un sistema basándose en la inspección o examen de la interfaz del mismo.

Existen varios métodos que se enmarcan en la clasificación de evaluación por inspección. Los más importantes son:

Heurística. Método desarrollado por NIELSEN [NIE94] y MOLICH [MOL90] que consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad (la "heurística") mediante la inspección de varios evaluadores expertos.

La aplicación del método se basa en validar las "**10 reglas heurísticas de usabilidad**" –conjunto revisado de reglas heurísticas de usabilidad a partir del análisis de 249 problemas de usabilidad [NIE94]– por dichos evaluadores.

Recorrido de la Usabilidad Plural. Método desarrollado por BIAS [BIA95] en los laboratorios IBM.

Las principales características de este método son que se realiza con tres tipos de participantes que evalúan el modelo a partir básicamente de prototipos de papel y con una especie de debate final entre los participantes.

Recorrido Cognitivo. Este método de inspección de la usabilidad se centra en evaluar la facilidad de aprendizaje del sistema. Se realiza básicamente de la forma que la mayoría de los usuarios prefieren o suelen aprender software: por exploración [WHA94].

Los revisores evalúan una propuesta de interfaz en el contexto de una o más tareas específicas.

Estándares. Para evaluar este método se precisa de un evaluador que sea un experto en el o los estándares a evaluar. Dicho evaluador va pasando por la interfaz comprobando el cumplimiento o incumplimiento de dichos estándares.

Indagación. El proceso de indagación trata de llegar al conocimiento de una cosa discurriendo o por conjeturas y señales. En los métodos de evaluación realizados por indagación hay un gran trabajo de hablar con los usuarios y observarlos detenidamente usando el sistema en trabajo real (no para un test de usabilidad) o obteniendo respuestas a preguntas verbalmente o por escrito.

Los principales métodos de evaluación por indagación son:

Observación de campo. La observación de campo la describe Nielsen [NIE93] en base al trabajo que se realiza al visitar el lugar o lugares de trabajo donde se estén realizando las actividades objeto de nuestro estudio y donde se encuentran los usuarios representativos.

El principal objetivo consiste en observarlos para entender cómo realizan sus tareas y qué clase de modelo mental tienen sobre ellas. Esta información será completada con preguntas y/o entrevistas personales.

Este método se puede utilizar en las etapas de prueba y del despliegue del desarrollo del producto.

Focus Group. El Focus Group [NIE93] o *Grupo de Discusión Dirigido* es una técnica de recolección de datos donde se reúne de 6 a 9 usuarios para discutir aspectos relacionados con el sistema. Un ingeniero de factores humanos hace las veces de moderador, que tiene que preparar la lista de aspectos a discutir y recoger la información que necesita de la discusión.

Esto permite capturar reacciones espontáneas e ideas de los usuarios que evolucionan en el proceso dinámico del grupo.

Entrevistas. Entrevistar a los usuarios respecto de su experiencia con un sistema interactivo resulta una manera directa y estructurada de recoger información. Además las cuestiones se pueden variar con tal de adaptarlas al contexto.

Las entrevistas aportan información muy valiosa sobre aspectos que a veces no son tenidos suficientemente en cuenta por los diseñadores.

Las entrevistas son realmente efectivas si el evaluador la ha preparado eficientemente de manera que conduce la misma y trata los temas que son realmente necesarios.

Las entrevistas son muy bien complementadas por los cuestionarios.

Logging. La técnica del logging o *grabación de uso* se basa en "grabar" o "recoger" todas las actividades realizadas por el usuario con el sistema para su posterior análisis. Para ello es preciso de una aplicación secundaria que realice automáticamente esta labor que pase, además, totalmente desapercibida por el usuario.

Cuestionarios. El cuestionario es menos flexible que la entrevista, pero puede llegar a un grupo más numeroso y se puede analizar con más rigor. Se puede utilizar varias veces en el proceso de diseño. Y, como también se ha apuntado en el apartado de las entrevistas suelen complementarse muy bien.

Estas, a igual que pasaba con las entrevistas, deben prepararse muy bien ya que como es un documento a cumplimentar por los usuarios debe ser muy claro y exento de ambigüedades que puedan confundirlos.

Test. En los métodos de usabilidad por test usuarios representativos trabajan en tareas utilizando el sistema –o el prototipo– y los evaluadores utilizan los resultados para ver cómo la interfaz de usuario soporta a los usuarios con sus tareas.

Los principales métodos de evaluación por test son:

Medida de las Prestaciones. Este método tiene como primer objetivo el mejorar la usabilidad del producto gracias a realizar el test con usuarios –personas o grupos– reales realizando labores habituales también reales.

Thinking Aloud. En este método de evaluación conocido como "thinking aloud" (pensando en voz alta) descrito por Nielsen [NIE93] se les pide a los usuarios que expresen en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones mientras que interaccionan con el sistema –o un prototipo del mismo–. Es muy útil en la captura de un amplio rango de actividades cognitivas.

Se realiza con usuarios únicos que expresan libremente todo lo que piensan sobre el diseño y la funcionalidad del sistema.

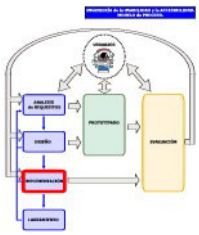
Interacción Constructiva. Este sistema puede ser visto como una variante del anterior (thinking aloud) puesto que se trata de hacer lo mismo pero en vez de con usuarios únicos aquí se hace con grupos de dos usuarios hablando entre ellos.

La principal ventaja es que como los usuarios tienen que hablar entre ellos salen a la luz muchas mas ideas que en el anterior –al ser uno solo podían quedar cosas en la mente del usuario–.

Suele aportar más y mejor información que su antecesor.

Test Retrospectivo. Esta técnica realmente es un complemento de las demás, ya que se trata de realizar alguno de los métodos anteriores, grabarlo en vídeo y analizar dicha grabación posteriormente. El hecho de hacerlo así permite "pasar" varias veces la cinta y examinar todos y cada uno de los detalles sin que pase ninguno por alto.

Método del Conductor. En los métodos anteriores el usuario suele ir “a su aire” y el evaluador analiza los resultados a posteriori. En este método el evaluador conduce al usuario en la dirección correcta durante su uso del sistema.



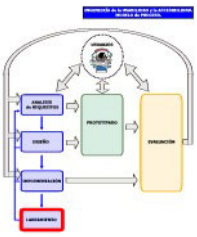
Implementación

El apartado o fase de la implementación agrupa todo el trabajo de codificación de la aplicación que hasta este punto se ha ido construyendo.

Llegados a este punto, a groso modo, es cuando debe empezarse a programar, lo cual implica haber escogido el o los lenguajes de programación que mejor se adapten a nuestro proyecto, las bases de datos correspondientes que se precisen, la tecnología que garantice el éxito, etc.. En definitiva, aquí es donde empiezan la mayoría de proyectos interactivos que hoy en día se desarrollan, los cuales no tienen en cuenta los aspectos relacionados con los usuarios que aquí tan dilatadamente se han tratado.

Todo lo que en este punto debería tratarse no deja de ser exactamente lo que la ingeniería clásica del software trata de por sí. La propuesta del Modelo de Proceso de la Ingeniería del la usabilidad y la Accesibilidad, cómo se ha venido repitiendo tarta de una metodología para conseguir la usabilidad y accesibilidad del producto interactivo, no de cómo este debe ser programado.

Ello no quiere decir, ni mucho menos, que esta fase del ciclo de vida o modelo de proceso carezca de importancia ya que sin ella el producto final no existiría. Lo único que indicamos es que como no es el objeto de este estudio no se detalla puesto que en caso de hacerlo debería ser de una larga extensión.



Lanzamiento

La fase de lanzamiento de todo proyecto, sea interactivo o de otra índole, suele ser una de las mas críticas de todo el proceso. Es el momento en que se ven concretadas en mayor o menor grado las expectativas puestas en el producto. Si el cliente se trata de una organización grado de satisfacción dependerá de que personas dentro de la estructura jerárquica de dicha organización examinaran los resultados. De todas formas cabe indicar que la percepción que el usuario final del producto tiene un peso específico enorme a la hora de indicar si el producto será aceptado o no.

Resumiendo, podemos indicar que el éxito total del producto dependerá de dos factores muy importantes:

- por un lado que el usuario se sienta cómodo con el sistema. Entendiendo cómo sentirse cómodo el que no le dé errores, que no le resulte complicado usarlo, que recuerde fácilmente donde están las diferentes opciones y sus funcionalidades, etc., y
- por otro lado que los responsables obtengan los resultados esperados.

El ciclo de vida de la Ingeniería de la Usabilidad asegura que ambos aspectos se vean satisfechos puesto que:

- el diseño se ha hecho en base y para los usuarios, haciéndoles partícipes del mismo se consigue un efecto doble, por un lado cómo se sienten responsables en parte de dicho diseño no encontraran motivos para criticarlo, y por otro como todo ha sido evaluado por ellos no les reportará una gran carga cognitiva ni de aprendizaje.
- como todo producto software, desarrollado por los métodos clásicos, la evaluación funcional es lo primero que se prima y no se da por bueno si no se cumplen sus especificaciones

Por lo indicado anteriormente podemos ver que en esta fase el factor más importante es lo que se suele conocer como “User Feedback” (“reacción o realimentación del usuario”) [MAY99].

“Feedback” del usuario. Una vez el producto ha sido instalado y puesto en explotación durante un cierto periodo –denominado habitualmente como *fase de pruebas*–, se recoge lo que se llama el “feedback” del usuario, o sea las impresiones, pegas, mejoras, defectos, etc. que los usuarios.

A partir de dichas impresiones se hacen las mejoras y retoques que se crean oportunas, dejando el producto nuevamente en fase de testeo por parte del usuario hasta tener una satisfacción total.

Podríamos pensar que como el sistema se ha desarrollado siguiendo el modelo de proceso centrado en el usuario esta etapa debería ser innecesaria a este nivel del modelo, pero la misma autora nos describe cuatro buenas razones para que debamos tener en cuenta este factor:

- proporcionar una entrada para el mantenimiento y posibles mejoras del producto.
- proporcionar una entrada para la implementación de futuras revisiones del producto.
- proporcionar una entrada para el diseño y desarrollo de productos relacionados que serán utilizados por los mismos usuarios o de características similares.
- incrementar el autoaprendizaje en cuanto a la usabilidad (toda nueva experiencia supone un incremento en cuanto a conocimientos ya sean nuevos o mejoras de los ya adquiridos).

Referencias

[BUR71] BURTNYK N. y WEIN M. «Computer generated key frame animation» en *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers,* núm. 8, vol. 3, pág. 149-153, 1971

[DIA89] DIAPER D. «The discipline of human-computer interaction» en *Interacting with computers*, núm. 1, vol. 1, Butterworth-Heinemann Ltd., Guildford, Reino Unido, 1989

[DIX93] DIX A. *Human computer interaction*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993

[ENG68] ENGELBART D. y ENGLISH W. «A research center for augmenting human intellec*t*» reimpreso en *ACM SIGGRAPH Video Review,* 1994, pág. 106, 1968

[GOL79] GOLDBERG A. y ROBSON D. «A metaphor for user interface design» en *Proceedings of the 12th Hawaii International Conference on System Sciences*, núm. 1, pág. 148-157, 1979

[GOL88] GOLDBERG A., ed. *A history of personal workstation*s. Addison-Wesley, Nueva York, NY, 1988

[KAY69] KAY A. *The reactive engine*, tesis doctoral, Departamento de Informática e Ingeniería Eléctrica, Universidad de Utah, 1969

[KAY77] KAY A. «Personal dynamic media» en *IEEE Computer*, núm. 10, vol. 3, pág. 31-42, 1977

[LAU90] LAUREL B. The art of human-computer interaction. Addison-Wesley, Reading, MA, 1990

[LAU92] LAUREL B. The art of human-computer interface design. Addison-Wesley, Reading, MA, 1992

[MOR81] MORAN T. P. «The command language grammar: a representation for the user interface of interactive systems» *en International Journal of man-machine studies*, núm. 15, 1981

[MYE92] MYERS B. A. y ROSSON M. B. «Survey on user interface programming» en *CHI'92 Conference Proceedings on Human Factors in Computing Systems* (BAUERSFELD P., BENNETT J. y LYNCH G., eds.), pág. 195-202. ACM Press, Nueva York, NY, 1992

[MAY99] MAYHEW, D.J. «*The Usability Engineering Lifecycle*». Morgan-Kaufman, 1999. Cap.17. ISBN: 1-55860-561-4

[NEG94] NEGROPONTE N. *Being Digital*. Vintage books, Nueva York, NY, 1994

[NEL65] NELSON T. «A file structure for the complex, the changing, and the indeterminate» en *Proceedings ACM National Conference,* pág. 84-100, 1965

[NEW68] NEWMAN W. M. «A system for interactive graphical programming» en *AFIPS Spring Joint Computer Conference*, núm. 28, pág. 47-54, 1968

[NIE93] NIELSEN J. *Usability engineering*. AP Professional, Boston, MA, 1993

[NOR88] NORMAN D. *The design of everyday things*. Currency/Doubleday, Nueva York, NY, 1988

[NOR90] NORMAN D. *The design of everyday things.* Doubleday, Nueva York, NY, 1990

[NOR99] NORMAN D. *The invisible computer*. The MIT Press, 1999

[PRE94] PREECE J. *Human-computer interaction.* Addison-Wesley, Reading, MA, 1994

[PRS02] PREECE J., ROGERS Y., SHARP H. *Interaction Design beyond human-computer interaction.* Wiley, 2002

[SCH86] SCHEIFLER R. W. y GETTYS J. «The X Window system» en *ACM Transactions on Graphics*, núm. 5, vol. 2, pág. 79-109, 1986

[SHN83] SHNEIDERMAN B. «Direct manipulation: a step beyond programming languages», en *IEEE Computer*, núm. 16, vol. 8, pág. 57-69, 1983

[SMI75] SMITH D. C. *Pygmalion: a computer program to model and stimulate creative thought*, tesis doctoral, Departamento de Informática, Universidad de Standford. Birkhauser Verlag, Basel, Stuttgart, 1975

[SMI82] SMITH D. C. et al. «The Star user interface: an overview» en *Proceedings of the 1982 National Computer Conference. AFIPS*, pág. 515-528, 1982

[STA79] STALLMAN R. M. *Emacs: the extensible, customizable, self-documenting display editor*. MIT Artificial Intelligence Lab, Informe de Agosto 1979

[SUT63] SUTHERLAND I. E. «SketchPad: a man-machine graphical communication system» en *AFIPS Spring Joint Computer Conference.* núm. 23, pág. 329-346, 1963

[SWI86] SWINEHART D. et al. «A structural view of the cedar programming environment» en *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*. núm. 8, vol. 4, pág. 419-490, 1986

[TEI77] TEITELMAN W. «A display oriented programmer's assistant» en *International Journal of Man-Machine Studies*, núm. 11, pág. 157-187, 1977. También en Xerox PARC Technical Report CSL-77-3, Palo Alto, CA, 1977

[TOL65] TOLLIVER B. *TVEdit*. Stanford time sharing memo report, 1965

[TRE83] JEAN-PAUL TREMBLAY/RICHARD B. BUNT. «INTRODUCCIÓN A LA CIENCIA DE LAS COMPUTADORAS. ENFOQUE ALGORÍTMICO». MCGRAW-HILL 1983

[VAN71] VAN DAM A. y RICE D. E. «On-line text editing: a survey» en *Computing Surveys*, núm. 3, vol. 3, pág. 93-114, 1971

[VEE90] VAN DER VEER G. Human computer interaction: learning, individual differences and design recomendations, tesis doctoral, Universidad de Vrije, Amsterdam, 1990

[WIL83] WILLIAMS G. «The Lisa computer system», en *Byte Magazine*, núm. 8, vol. 2, pág. 33-50, 1983

[WIL84] WILLIAMS G. «The Apple Macintosh computer», en *Byte Magazine*. núm. 9, vol. 2, pág. 30-54, 1984

Bibliografía

ACM SIGCHI, Curricula for Human-Computer Interaction. ACM Press, 1992

BAECKER R. M., GRUDEN J., BUXTON WILLIAM A. S. y GREENBERG S. *Readings in human-computer interaction: toward the year 2000.* Morgan Kaufmann Publishers, San Mateo, CA, 1995

BIAS R.G. y MAYHEW D.J. *Cost-justifying usability*. IEEE Software. 1991

BURTNYK N. y WEIN M. «Computer generated key frame animation» en *Journal of the Society of Motion Picture and Television Engineers,* núm. 8, vol. 3, pág. 149-153, 1971

CARD S. K. et al. *The psychology of human-computer interaction.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1983

CARROLL J. M., KELLOG W. A. y ROSSON M. B. *Designing interaction: psychology at the human-computer interface.* Cambridge University Press, 1991

CONNELL B. R., JONES M., MACE R., MUELLER J., MULLICK A., OSTROFF E., SANFORD J., STEINFELD E., STORY M. y VANDERHEIDEN G. *The Center for Universal Design* http://www.design.ncsu.edu:8120/cud/univ_design/principles/udprinciples.htm, NC State University, 1997

ENGELBART D. y ENGLISH W. «A research center for augmenting human intellec*t*» reimpreso en *ACM SIGGRAPH Video Review,* 1994, pág. 106, 1968

ENGLISH W. K., ENGELBART D. C., y BERMAN, M. L. «Display Selection Techniques for Text Manipulation» en *IEEE Transactions on Human Factors in Electronic*s, núm. 8, vol. 1, 1967

GARDINER M. M, y CHRISTIE B. *Applying cognitive psychology to user interface design*. Wiley, Nueva York, NY, 1987

GOLDBERG A. y ROBSON D. «A metaphor for user interface design» en *Proceedings of the 12th Hawaii International Conference on System Sciences*, núm. 1, pág. 148-157, 1979

GOLDBERG A., ed. *A history of personal workstation*s. Addison-Wesley, Nueva York, NY, 1988

HARRISON M. y THIMBLEBY H. *Formal methods in human-computer interaction.* Cambridge University Press, 1990

KAY A. *The reactive engine*, tesis doctoral, Departamento de Informática e Ingeniería Eléctrica, Universidad de Utah, 1969

KAY A. «Personal dynamic media» en *IEEE Computer*, núm. 10, vol. 3, pág. 31-42, 1977

KIRAKOWSKI J. y CORBETT M. *Effective Methodology for the Study of HCI*. North Holland – Elsevier Science, Amsterdam, Holanda, 1990

LAUREL B. The art of human-computer interaction. Addison-Wesley, Reading, MA, 1990

LAUREL B. The art of human-computer interface design. Addison-Wesley, Reading, MA, 1992

MAYHEW, D.J. *The Usability Engineering Lifecycle.* Morgan-Kaufman, 1999. ISBN: 1-55860-561-4

MORAN T. y CARROLL J. *Design rationale: concepts, techniques and use*. Lawrence Erlbaum, Mahwah, NJ, 1996

MYERS B. A. y ROSSON M. B. «Survey on user interface programming», en *CHI'92 Conference Proceedings on Human Factors in Computing Systems* (BAUERSFELD P., BENNETT J. y LYNCH G. eds.), pág. 195-202. ACM Press, Nueva York, NY, 1992

MYERS B. A. «A brief history of human computer interaction technology» en *ACM interactions*, núm. 5, vol. 2, pág. 44-54, March 1998

NEGROPONTE N. *Being Digital*. Vintage books, Nueva York, NY, 1994

NELSON T. «A file structure for the complex, the changing, and the indeterminate» en *Proceedings ACM National Conference,* pág. 84-100, 1965

NEWMAN W. M. «A system for interactive graphical programming» en *AFIPS Spring Joint Computer Conference*, núm. 28, pág. 47-54, 1968

NIELSEN J. *Usability engineering*. AP Professional, Boston, MA, 1993

NIELSEN J. y MARK R. L. *Usability inspection methods.* Wiley, Nueva York, NY, 1994

NORMAN D. A. *The design of everyday things.* Doubleday, Nueva York, NY, 1990

PREECE J. A guide to usability. Human factors in computing. Addison-Wesley, Reading, MA, 1992

PREECE J. *Human-computer interaction.* Addison-Wesley, Reading, MA, 1994

RAVDEN S. J. y JOHNSON G. I. Evaluating usability of human-computer interfaces: a practical method. Ellis Horwood, Nueva York, NY, 1989

SALVENDY G. Cognitive engineering in the design of human-computer interaction. Elsevier, Amsterdam, Holanda, 1987

SCHEIFLER R. W. y GETTYS J. «The X Window system» en *ACM Transactions on Graphics*, núm. 5, vol. 2, pág. 79-109, 1986

SHNEIDERMAN B. «Direct manipulation: a step beyond programming languages», en *IEEE Computer*, núm. 16, vol. 8, pág. 57-69, 1983

SMITH D. C. ET AL. «The Star User Interface: an Overview» en *Proceedings of the 1982 National Computer Conference.* AFIPS, Pág. 515-528, 1982

SMITH D. C. *Pygmalion: A Computer Program to Model and Stimulate Creative Thought.* Basel, Stuttgart: Birkhauser Verlag. PhD Thesis, Stanford University Computer Science Department, 1975

STALLMAN R. M. *Emacs: the extensible, customizable, self-documenting display editor*. MIT Artificial Intelligence Lab, Informe de Agosto 1979

SUTCLIFFE A. *Human-Computer Interface Design*. Macmillan, Londres, Reino Unido, 1994

SUTHERLAND I. E. «SketchPad: a man-machine graphical communication system» en *AFIPS Spring Joint Computer Conference.* núm. 23, pág. 329-346, 1963

SWINEHART D. et al. «A structural view of the cedar programming environment» en *ACM Transactions on Programming Languages and Systems*. núm. 8, vol. 4, pág. 419-490, 1986

TEITELMAN W. «A display oriented programmer's assistant» en *International Journal of Man-Machine Studies*, núm. 11, pág. 157-187, 1977. También en Xerox PARC Technical Report CSL-77-3, Palo Alto, CA, 1977

TOLLIVER B. *TVEdit*. Stanford Time Sharing Memo Report, Number, March, 1965

VAN DAM A. y RICE D. E. «On-line text editing: a survey» en *Computing Surveys*, núm. 3, vol. 3, pág. 93-114, 1971

WEINBERG G. M. *The psychology of computer programming.* Van Nostrand Reinhold, Nueva York, NY, 1971

WICKENS C. D. *Engineering psychology and human performance*. Charles E. Merrill. Columbus, OH, 1984

WILLIAMS G. «The Lisa computer system», en *Byte Magazine*, núm. 8, vol. 2, pág. 33-50, 1983

WILLIAMS G. «The Apple Macintosh computer», en *Byte Magazine*. núm. 9, vol. 2, pág. 30-54, 1984

ZUBROW D., MOSES A. M. y GELLER V. *Human-computer interaction.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1985

Publicaciones

ACM Communications
Publicación mensual de ACM que cubre muchas cuestiones de IPO

ACM Interactions
Revista bimensual sobre les aplicaciones de la IPO

ACM SIGCHI Bulletin
Publicación oficial de ACM SIGCHI, reportajes, artículos y noticias sobre HCI. El boletín es trimestral, y se envía a todos los miembros de SIGCHI

ACM TOCHI: Transactions on CHI
Revista de investigación sobre HCI

HCI Letters

HFES Ergonomics in Design: The Magazine of Human Factors Applications

HFES Human Factors

Human-Computer Interaction

Interacting with Computers

Publicación del British HCI Group

International Journal of Human-Computer Interaction

International Journal of Human-Computer Studies

Enlaces interesantes

Los enlaces recomendados para este tema son los siguientes:

- IPO:

www.acm.org/sigs/sigchi

www.acm.org/sigchi/hci-sites

www.hci-search.com/

- Usabilidad:

www.best.com/~jthom/usability

www.usableweb.com

Ergonomía:

www.yahoo.com/science/Engineering/Ergonomics

El factor humano

José Cañas
Ladislao Salmerón
Pilar Gámez
Universidad de Granada

1 El factor humano

Última modificación: 20/12/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 Niveles de explicación de la conducta interactiva 4
2 Cognición individual y distribuida 5
3 Arquitecturas cognitivas generales 9
4 Sensación: los canales de entrada 16
5 Percepción 29
6 Memoria 40
7 Representación del conocimiento 46
Referencias 65
Bibliografía 67

Objetivos

- Conocer los procesos de percepción más relevantes desde el punto de vista de la interacción
- Conocer cómo se realiza el proceso de comprensión y los modelos de memoria
- Comprender que el modelo de memoria condiciona el diseño de la interfaz
- Ver la importancia que tiene la limitación de la Memoria Operativa
- Conocer qué es y qué aplicaciones tiene el Modelo Mental

Introducción

Los seres humanos estamos sujetos a pérdidas de concentración, cambios en el carácter, motivación y emociones. También tenemos prejuicios y miedos, y cometemos errores y faltas de juicio.

Al mismo tiempo podemos protagonizar hechos remarcables, percibir y responder rápidamente a estímulos, resolver problemas complejos, crear obras de arte y coordinar acciones con otros en una orquesta, hacer volar aviones o rodar películas.

En el pasado los diseñadores de sistemas informáticos no habían dado importancia al elemento humano porque se suponía que sin mucho esfuerzo, los usuarios podían aprender y hacer uso de los sistemas y las aplicaciones desarrolladas. No obstante y como probablemente todos conocemos por la experiencia, el uso de los sistemas es muchas veces difícil, complicado y frustrante.

Pensamos que es importante dedicar un poco de tiempo a intentar comprender los aspectos humanos de la informática y dentro de los mismos el sistema cognitivo, porque nos puede ser muy útil para definir modelos de interfaces que se adapten más fácilmente a los modelos cognitivos del ser humano.

En este capítulo empezaremos por plantear un marco referencia donde encuadrar los diferentes niveles en los que se puede analizar el componente humano en la interacción. Este marco nos servirá para enfocar los aspectos sensoriales, perceptuales, de memoria, etc. de los siguientes apartados. Sin embargo, antes de pasar a estos apartados, es conveniente tratar algunos aspectos conceptuales como son la definición de 'Cognición' y la distinción entre 'Cognición Individual' y Cognición Distribuida'.

1 Niveles de explicación de la conducta interactiva

El ser humano es un sistema complejo cuya conducta puede ser explicada como el resultado de diferentes procesos. En particular, cuando hablamos de la interacción entre una persona y un sistema informático podemos analizar la conducta interactiva desde diferentes niveles.

En este sentido, CAÑAS y WAERN [CAÑ01] han establecido un marco de referencia desde el que es posible clasificar los diferentes tipos de artefactos informáticos y los temas de factores humanos que deben ser estudiados en relación con ellos. Este marco de referencia puede verse en la Tabla 1.

Yendo de arriba a abajo, el primer nivel con el que nos encontramos es el *socio–cultural*. En este nivel se encuentran todos los temas relacionados con el papel que la tecnología de la información tiene en la organización de una sociedad, así como la influencia que la sociedad tiene en el diseño de esta tecnología. Los sistemas informáticos pueden ayudar a construir una sociedad y guardar la memoria histórica de ella. Por ejemplo, un tema que nos interesaría en este nivel sería como Internet y el correo electrónico han creado una comunidad virtual que tiene una estructura y unas reglas propias y diferentes a otras comunidades.

El siguiente nivel es en el que nos ocupamos de la interacción en las tareas donde cooperan varias personas. Los sistemas informáticos que se utilizan para la cooperación y la comunicación entre las personas de un grupo que trabajan juntos para realizar una tarea se conocen con la siglas inglesas CSCW que corresponden a lo que podríamos traducir en castellano como *apoyo por ordenador al trabajo en equipo*.

El tercer nivel corresponde a la interacción de una sola persona con un sistema informático. En este nivel se estudiarían los temas clásicos del sistema cognitivo humano: Memoria, Razonamiento, Toma de decisiones, etc. Entre estos temas cabe destacar por su importancia a la hora del diseño de interfaces el de los *Modelos Mentales*. Es muy importante conocer como el usuario adquiere y almacena en su memoria un modelo del sistema con el que está interactuando.

Entre los sistemas cognitivos humanos hay dos que son de una especial relevancia en la interacción persona–ordenador y que constituyen cada uno de ellos niveles independientes. Uno es el sistema perceptivo y otro es el sistema sensorio motor.

En cuanto al sistema Perceptivo cabe decir que es el que hace referencia a aspectos tan importantes como las características de las interfaces visuales y las auditivas y las interfaces de manipulación directa. Por su parte, los sistemas de input–output de las interfaces deben ser estudiados en relación con los sistemas sensoriales y motores del ser humano.

Artefactos informáticos	**Niveles**	**Temas de interés**
CMC, tal como e–mail, e–conferencias, MUD	Socio–Cultural	Organización, Historia, Cultura, Trabajo a distancia, Comunidades virtuales
CSCW, workflow	Cooperación	Comunicación y coordinación
Sistemas basados en conocimiento, sistemas de apoyo en la toma de decisiones individuales	Procesamiento de la información compleja de un individuo	Representación, interpretación, búsqueda, modelos mentales, toma de decisiones, solución de problemas.
Sistemas de presentación de datos (visuales, auditivos, táctiles, etc.), sistemas de output, manipulación directa	Percepción individual	Leyes de la Gestalt, Atención, Afrontamiento, lectura, comprensión auditiva.
Interacción motora, realidad virtual	Sensorio–Motor	Diseño de instrumentos de input, feedback relacionado con el input, problemas físicos, náusea, interacción con el mundo real.

Tabla 1 Niveles de explicación de la conducta interactiva según CAÑAS y WAERN, 2001

2 Cognición individual y distribuida

Para estudiar el papel del ser humano en el diseño de sistemas interactivos debemos recurrir fundamentalmente a la Psicología Cognitiva que es la disciplina científica que se encarga del estudio del sistema de procesamiento de información humano. Los psicólogos cognitivos han acumulado datos empíricos y teorías explicativas sobre las capacidades y limitaciones del sistema cognitivo humano, cómo se percibe el mundo que nos rodea, cómo se almacena y recupera la información y cómo se resuelven problemas, etc. De esta manera es posible conocer, por ejemplo, si hay cosas que le resultan difíciles de aprender o realizar.

"Cognición" hace referencia a la adquisición, mantenimiento y uso de conocimiento. Sin embargo entendemos este término de una forma amplia, que supera los límites

de la Cognición individual, tal y como la estudia la Psicología Cognitiva. Por esta razón es necesario que distingamos entre varios tipos de Cognición.

Hablamos de Cognición Mental o individual para referirnos al conocimiento que una persona tiene y que afecta a su relación individual con un artefacto (el ordenador). Por otra parte, usamos el término Cognición Distribuida cuando queremos estudiar como varias personas comparten y se comunican sus conocimientos usando e interactuando con artefactos. Por lo tanto, el término cognitivo incluirá aspectos individuales y de grupo.

Por otra parte, si lo que nos interesa es como varias personas comparten y se comunican sus conocimientos usando e interactuando con artefactos hablamos de Cognición Distribuida. Por lo tanto, el término cognitivo incluirá aspectos individuales y de grupo. Sin embargo, debemos tener siempre presente que las características del sistema cognitivo humano es el punto de referencia para estudiar la interacción.

Cognición Individual

Los modelos cognitivos que se han propuesto para explicar la interacción entre una persona y un artefacto han seguido en general el esquema de procesamiento de información tal como hoy se entiende en Psicología Cognitiva. Un modelo general que nos puede servir de referencia puede verse en la Figura 1 y que fue propuesto por WICKENS [WIC92]. Según este modelo se considera que el ser humano posee un sistema cognitivo compuesto por unos sistemas sensoriales encargados de extraer la información del ambiente. Esta información es analizada por los procesos perceptuales y almacenada en la memoria, para poder ser recuperada y utilizada posteriormente.

La memoria humana está compuesta de varios subalmacenes: la memoria operativa y la memoria a largo plazo. A su vez, la memoria a largo plazo puede subdividirse en memoria declarativa, donde almacenamos los hechos que conocemos, y la memoria procedimental, donde se encuentra almacenada la información sobre cómo se llevan a cabo ciertas tareas [AND90].

Para procesar la información hacen falta recursos mentales que son controlados y distribuidos entre los demás procesos por los procesos atencionales. Finalmente, existen unos procesos de decisión que seleccionan la respuesta apropiada y que dan ordenes a los procesos motores.

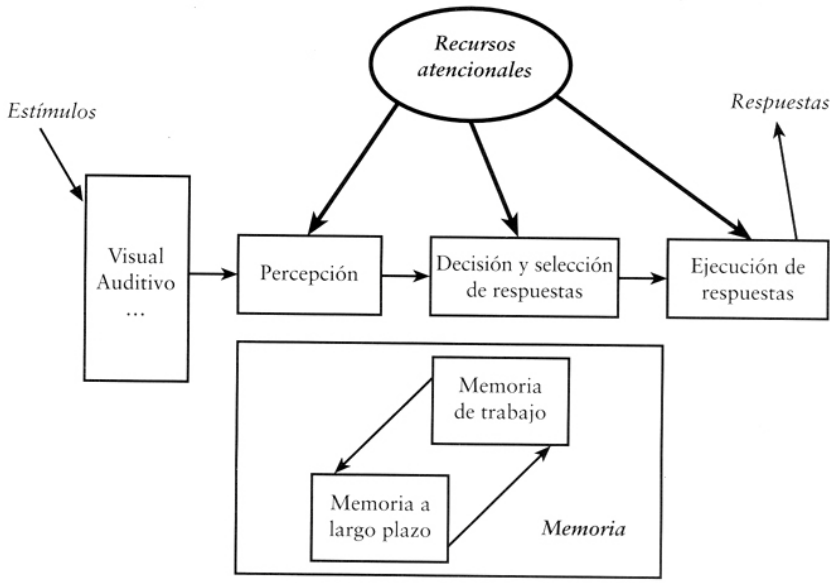


Figura 1 Modelo Cognitivo General (WICKENS, 1992)

NORMAN [NOR86] ha señalado que un modelo psicológico de la interacción debe servir para especificar cómo las variables psicológicas se relacionan con las variables

del sistema. Según este autor un usuario realiza siete actividades cuando interactúa con un sistema (ver Figura 2):

1) Establecer un objetivo.
2) Formar una intención.
3) Especificar las secuencias de acciones.
4) Ejecutar la acción.
5) Percibir el estado del sistema.
6) Interpretar el estado.
7) Evaluar el estado del sistema con respecto a los Objetivos y a las Intenciones.

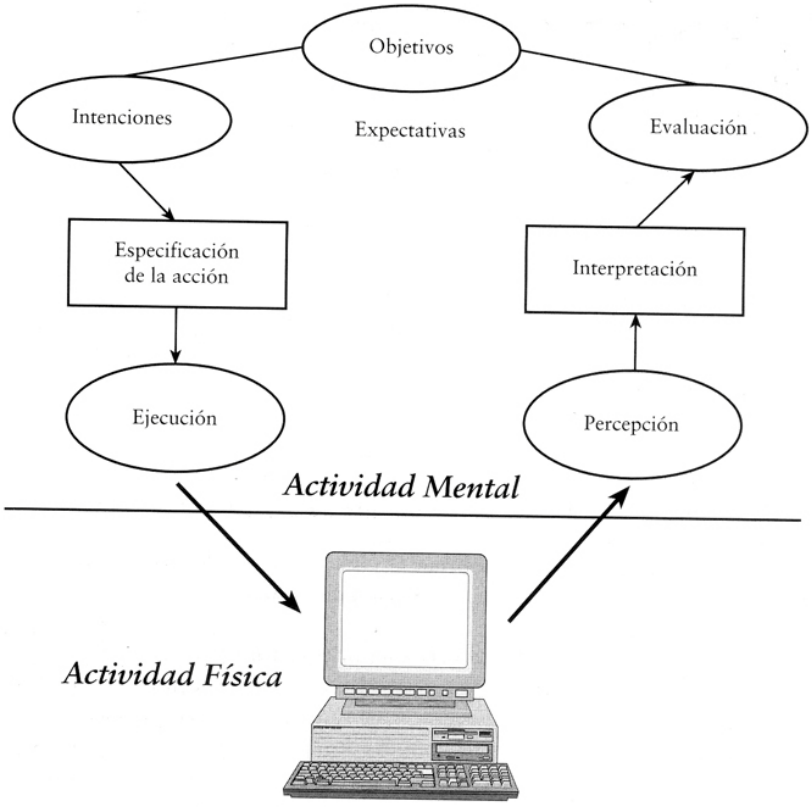


Figura 2 Actividades cognitivas de un usuario (Norman, 1986)

Los aspectos que los modelos deben considerar a la hora de explicar la interacción son según HOWES [HOW96] los siguientes:

1) **Conducta**: Los modelos deben explicar y predecir la conducta de los usuario, así como los datos experimentales que se han obtenido en las investigaciones llevadas a cabo. (Ej.: los usuarios aprenden más fácilmente una interfaz con menús e iconos que una interfaz con comandos; las interfaces más consistentes son más fáciles de aprender; etc.).

2) **Conocimiento**: Para predecir la conducta de los usuarios es necesario describir cuáles son los conocimientos que éstos deben tener de la interfaz y de la interacción. Casi todos los modelos siguen la propuesta de NEWELL [NEW80] cuando describe el conocimiento en términos de: (a) objetivos; (b) operadores para realizar estos objetivos; y (c) métodos formados por secuencias de operadores.

3) **Representación del Conocimiento**: El conocimiento está representado en el sistema y los modelos han propuesto varios formalismos en los que puede estar representado. El formalismo impone restricciones sobre cómo se adquiere y usa este conocimiento. Por ello, es importante este nivel de descripción ya que estas restricciones nos llevan a hacer predicciones sobre la conducta.

4) **Aprendizaje**: Los usuarios tienen que aprender el uso de la interfaz. Por lo tanto, los modelos cognitivos han prestado mucha atención a cómo se realiza este aprendizaje. Es importante resaltar aquí dos cuestiones: (a) tipo de mecanismo cognitivo propuesto para aprender (ej. Compilación en ACT; Chunking en SOAR); (b) tipo de aprendizaje (ej. con ejemplos, exploratorio, etc.).

Cognición Distribuida

Cuando estudiamos la interacción de un grupo de personas con los sistemas informáticos en el contexto de trabajos altamente organizados en sistemas complejos, tal como los militares, el control del tráfico aéreo, las cabinas de los aviones o los sistemas de navegación de grandes barcos, nos encontramos dentro del marco de la 'Cognición Distribuida'.

En la Cognición Distribuida se considera a las personas y a los sistemas informáticos como agentes dentro de un sistema común. El foco de atención se pone en la transferencia de información entre los agentes así como en la transformación de información dentro de y entre agentes. En este marco, la cognición es considerada como un fenómeno que emerge del trabajo del sistema como un todo. Los procesos de coordinación y colaboración no son el foco de atención en sí mismos, más bien son considerados como procesos que emergen del trabajo del sistema —HUTCHINS, 1995 [HUT95]; ARTMAN y GARBIS, 1998.

Un tema importante que se estudia en este contexto es el de la distribución de información entre las personas y los ordenadores. De esta manera, podemos considerar varias aproximaciones a la distribución de la información y varios tipos de relaciones entre la distribución de la información y otras actividades tales cómo, por ejemplo, la negociación de objetivos y la distribución del trabajo: (1) Comunicación en paralelo; (2) comunicación jerárquica; (3) coordinación a través de artefactos comunes.

El paso de considerar la cognición individual a considerar el grupo como una unidad cognitiva es reciente, y ha sido llamado por SALOMON [SAL93] la perspectiva de la 'Persona Más' en cognición. HINSZ, TILLDALE y VOLLRATH [HIN97] han propuesto un modelo general del procesamiento de la información que puede ser adaptado para explicar el procesamiento de información distribuida (ver Figura 3).

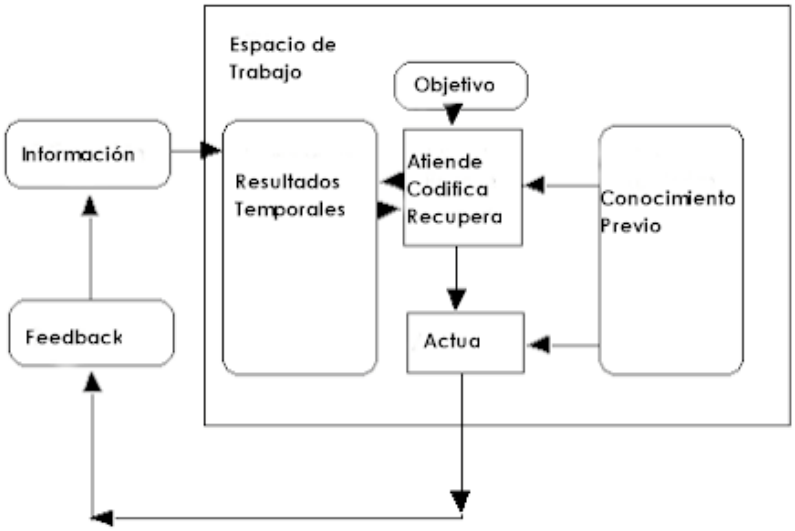


Figura 3 Un modelo general del procesamiento de la información de HINSZ, TILLDALE y VOLLRATH [HIN97]

En este modelo, existe un espacio de trabajo limitado (en los modelos de procesamiento de la información individual se les suele llamar Memoria Operativa) que en un grupo puede ser considerado como la unión de lo que es lo individual y de lo que es compartido. Dentro del espacio de trabajo se lleva a cabo el procesamiento de la información, para interpretarla y decidir sobre la acción a tomar. La interpretación de la información depende del contexto, incluyendo el conocimiento previo de las

personas implicadas. En un grupo, algunos de estos conocimientos previos son comunes, algunos tienen que ser compartidos explícitamente, y algunos son personales. La información externa es seleccionada y transformada por los procesos atencionales y de codificación en el espacio de trabajo. Estos procesos están gobernados por el conocimiento previo (procesamiento de arriba a abajo), así como por los resultados temporales (procesamiento de abajo a arriba). Los procesos de codificación y recuperación del conocimiento previo están controlados por los objetivos del momento y continúan hasta que una acción relevante es derivada y ejecutada. En un grupo, las personas pueden negociar entre ellas sus objetivos, comunicar sus codificaciones y selecciones hasta que alcanzan un objetivo (que no tiene por qué ser común) y una interpretación compartida de la situación. Las acciones pueden ser comunes o distribuidas, de acuerdo con las características de la tarea. La información nueva que resulta de llevar a cabo estas acciones, es usada para una nueva ronda de procesamiento. Este modelo implica un procesamiento secuencial de la información, donde las iteraciones de los procesos son ejecutadas hasta que se alcanza el objetivo, y puede ser usado para analizar los procesos implicados en el procesamiento de la información en grupo.

3 Arquitecturas cognitivas generales

La Psicología Cognitiva desde sus comienzos ha estado dominada por programas de investigación sobre aspectos parciales del procesamiento de la información. Se han propuesto modelos y realizado experimentos sobre sensación, percepción, memoria, etc. muchas veces limitados a ciertas tareas especialmente diseñadas para realizarlas en el laboratorio y que poco tenían que ver con la vida real.

En ciertas circunstancias, como es el caso en IPO, los científicos cognitivos tienen que explicar y predecir la conducta humana en tareas complejas donde es difícil, si no imposible, descomponer la tarea en componentes independientes que puedan atribuirse a procesos perceptuales o procesos atencionales, o procesos de memoria, o procesos de razonamiento. Al modelar la conducta de una persona interactuando con un ordenador se reconoce que es imposible separar los componentes cognitivos: ¿qué es memoria? ¿qué es atención? Por ello, siguiendo la propuesta de NEWELL [NEV90] se han creado teorías lo más generales posibles que integran a la mayor parte de las estructuras y procesos cognitivos y son capaces de hacer predicciones sobre el mayor número de fenómenos conductuales posibles.

Arquitecturas Cognitivas relevantes

Las tres arquitecturas cognitivas más relevantes de las que han sido propuestas desde los años 60 son ACT–R [AND76], SOAR [NEW90] y CCT [KIE85]. De las tres, ACT–R y SOAR han surgido de la Ciencia Cognitiva y CCT (Cognitive Complexity Theory) ha surgido de la investigación en Ergonomía.

SOAR y ACT–R son las mejor elaboradas y las que más investigación empírica han generado por ser su campo de aplicación más amplio. Las dos han sido elaboradas con el objetivo de poder explicar la conducta humana en cualquier circunstancia. Por el contrario CCT fue propuesta para explicar la interacción de una persona con un ordenador y, en bastante medida, es una adaptación de SOAR al caso específico de IPO. Pero sobre todo, desde nuestro punto de vista, SOAR y CCT son las más importantes por ser las que han dado lugar a la técnica de análisis de tareas más popular en IPO, GOMS.

SOAR

Podemos decir que la mayor aportación teórica de NEWELL y SIMON y que constituye la idea central sobre la que están construidas las arquitecturas que han sido propuestas posteriormente es la ***regla de producción***.

NEWELL y SIMON habían trabajado desde los años 50 en la construcción de un programa de ordenador, *El solucionador General de Problemas*, que fuese capaz de solucionar problemas. Sus trabajos tuvieron una influencia capital en la fundación y desarrollo de la Inteligencia Artificial, la Ciencia Cognitiva y la Psicología Cognitiva. Este trabajo culminó con la publicación del libro *Human Problem Solving* [NEW72].

La aportación más importante de estos autores fue la de demostrar que el sistema cognitivo humano (y artificial) puede ser descrito como ***reglas de producción***. Una regla de producción es una estructura de conocimiento que consta de dos partes, una *condición* y una *acción*.

SI condición **Entonces** acción

Una regla de producción puede leerse como: Si una condición se cumple, entonces el sistema lleva a cabo una acción. La condición puede ser externa o interna al sistema. Por ejemplo, una condición puede ser una configuración estimular determinada (Vg. llueve) o un dato almacenado en Memoria Operativa (Vg. dos números que deben ser sumados). También una acción puede ser una respuesta motora (Vg. coger un paraguas) o una operación mental (Vg. sumar los dos números y almacenar el resultado en memoria).

Las reglas de producción están almacenadas en Memoria a largo Plazo. Las condiciones son unidades de información almacenadas en la Memoria Operativa. El origen de estas unidades de información puede ser externo, es decir, corresponden a los estímulos percibidos del exterior, o interno, son almacenadas en la Memoria Operativa como consecuencia de la aplicación de una regla de producción.

Para describir como las reglas de producción llevan a cabo el procesamiento de la información haremos uso de un juego, la Torre de Hanoi, que NEWELL y SIMON [NEW72] hicieron popular al utilizarlo para explicar la tarea de solución de problemas. El juego consiste en mover tres discos de diferentes tamaños y tres palos en los que los discos pueden ensartarse. El juego comienza con los tres discos ensartados en un palo (Vg. el palo A) y el objetivo es moverlos hasta que estén ensartados en otro palo (Vg. el palo C). El juego tiene hacerse siguiendo las siguientes reglas: (1) Los discos se deben mover uno a uno; (2) nunca puede haber un disco de mayor tamaño sobre otro de menor tamaño; (3) un disco no puede moverse si hay otro sobre él; (4) un disco no puede dejarse fuera de los palos mientras que se mueve otro disco. Una representación gráfica puede observarse en la Figura 4.

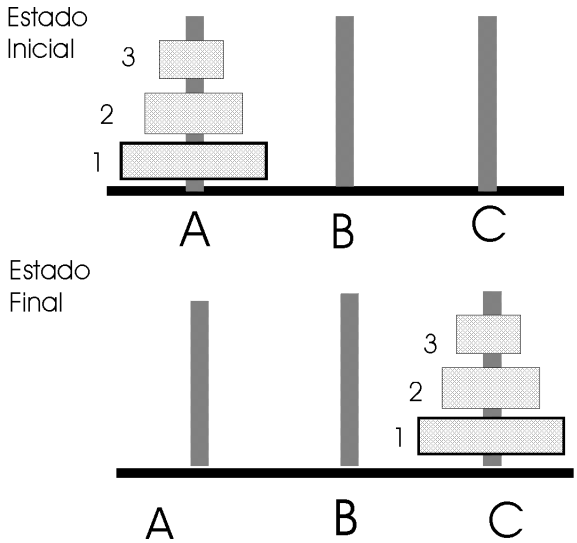


Figura 4 Problema de la Torre de Hanoi

Estudiando como las personas realizan esta tarea, Newell y Simon [NEW72] describieron el proceso de solución de problemas que después generalizaron a otras tareas más complejas (Vg. interactuar con un ordenador).

Para NEWELL y SIMON la solución de un problema es el proceso por el cual se pasa del un *estado inicial en el espacio del problema* a un *estado final (deseado)*. La solución se alcanza mediante la aplicación de unas reglas de producción, pasando por

estados intermedios de una forma secuencial. En cada paso solo se aplica una regla. Puesto que estando en un estado, existen varias reglas que pueden ser aplicadas y, por tanto, llegar a varios posibles estados, toda solución de problemas puede considerarse como una búsqueda en el espacio del problema para encontrar las reglas apropiadas que lleven a la secuencia de estados intermedios que desemboca en el estado final (objetivo). Los conceptos fundamentales que Newell y Simon utilizan para describir su modelo son los siguientes:

1) Un *objetivo* es una situación a la que se desea llegar (Vg. poner los tres bloques, uno sobre otro, en una determinada posición; guardar un fichero). En una tarea existen varios objetivos organizados en una jerarquía. En primer lugar tenemos un objetivo general situado en el nivel superior de la jerarquía. En nuestro caso el *objetivo general* es llevar los tres discos del palo A al palo C. Para cumplir este objetivo es necesario fijarse *subobjetivos* (Vg. para poner el disco 1 en C es necesario despejarlo moviendo los discos 2 y 3).

2) Un *estado* es una estructura de datos que define una situación en el camino para alcanzar el objetivo (Vg. la posición de los bloques en un momento determinado; posición del cursor, menús abiertos, etc.). En la resolución de un problema se suele hablar de un estado inicial, estados intermedios y estado final que es el objetivo. El estado inicial en la Torre de Hanoi es la situación donde los tres discos están ensartados en el palo A en el orden que muestra la Figura 4. El estado final es la situación donde los tres discos, en el mismo orden, están ensartados en el palo C. Los estados intermedios son las situaciones que resulten de ir moviendo los discos para alcanzar el estado final.

3) Un *operador* es una función que transforma un estado en otro (Vg. cambiar un bloque de posición; abrir un menú con el ratón). Un operador es la acción que resulta de la aplicación de una regla.

4) El *espacio del problema* es el conjunto de estados y operadores que están disponibles para alcanzar el objetivo. Las dimensiones del espacio del problema pueden ser muy variables y dependen de la complejidad del problema. En la Torre de Hanoi el espacio del problema es el que se muestra en la Figura 6 donde se puede ver todos los posibles movimientos que se pueden hacer que dan lugar todos los posibles estados intermedios entre el estado inicial y el estado final. En estos casos, el espacio del problema puede ser contenido en la Memoria Operativa por no exceder su capacidad. Por el contrario, en tareas más complejas (Vg. ajedrez) el espacio del problema contiene un subconjunto de todos los posibles estados y operadores porque no es posible mantener en Memoria Operativa un conjunto de operadores y estados, en principio, inmensamente grande.

En SOAR el procesamiento de la información ocurre en una estructura cognitiva como la que puede verse en la Figura 5.

La información entra en el sistema a través de los canales sensoriales y es almacenada en la Memoria Operativa temporal. En la MO están contenidos todos los datos de la solución del problema en un momento determinado. Es decir, contiene todos los objetivos, espacios del problema, estados y operadores.

La información permanente está almacenada en la Memoria a Largo Plazo a la que se le llama Memoria de Reconocimiento para resaltar que la información almacenada en las condiciones de las reglas de producción son patrones que deben ser reconocidas en los contenidos de la Memoria Operativa. A diferencia de otros modelos teóricos (Vg. ACT–R), en SOAR no se hace distinción entre Memoria Declarativa y Memoria Procedimental. Toda la información, declarativa y procedimental está contenida en las reglas de producción. Es posible añadir conocimiento a la Memoria a Largo Plazo, pero no modificarla o eliminarla. Dependiendo de los contenidos de la Memoria operativa, se recupera información de la Memoria a Largo Plazo y se almacena en la Memoria de Preferencias. Estás son procesadas por un proceso de Decisión para determinar que contenidos del la Memoria Operativa son modificados. Existe además una Memoria de Trazos donde se almacena la información que va

siendo recuperada de la Memoria a Largo Plazo. Está información es utilizada para descubrir patrones que permitan almacenar nuevas reglas de producción en la Memoria a Largo Plazo.

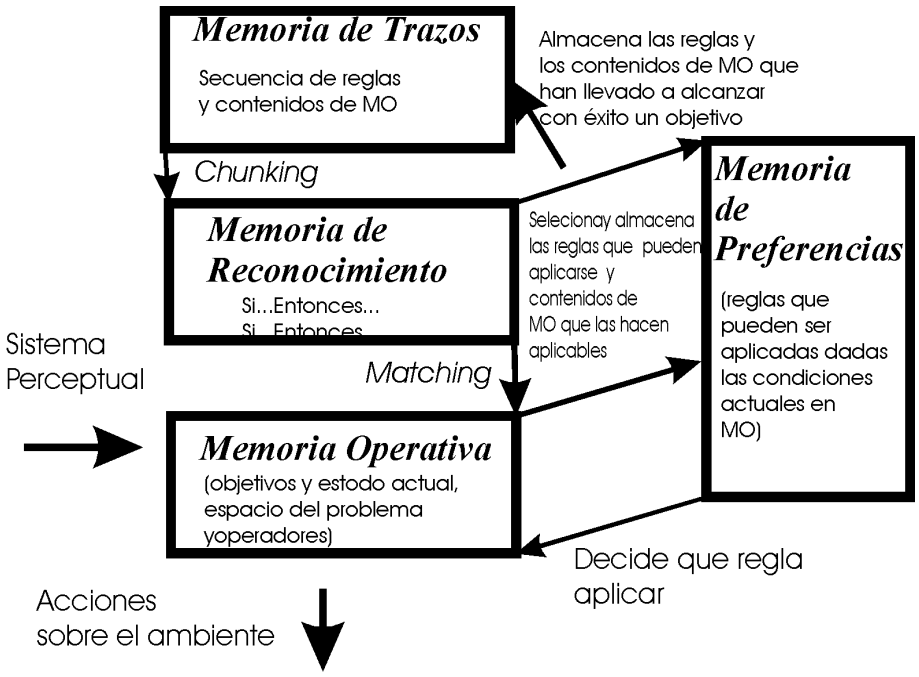


Figura 5 Estructura cognitiva en el modelo SOAR

En SOAR la información permanente está almacenada en forma de Reglas de Producción. En cada ciclo de procesamiento, las condiciones de las reglas de producción que están almacenadas en la MLP son *comparadas* (matching) con los contenidos de la Memoria Operativa. Si una regla cumple su condición, es decir, la MO contiene los datos especificados en su condición, la regla coloca su acción en la Memoria de Preferencias. Las acciones pueden ser de dos clases, actuaciones directas sobre el ambiente o modificaciones en los contenidos de la Memoria Operativa. En ambos casos, sin embargo, suponen una modificación en los contenidos de la MO puesto que estos contenidos son, en gran parte, lo que el sistema perceptual capta del ambiente. Es posible que más de una regla cumpla sus condiciones. Si esto ocurre se llega a una situación de conflicto. En SOAR, a diferencia de lo que ocurre en los sistemas expertos, el conflicto no se resuelve por el clásico algoritmo de la Pila (la última regla que se cumple es la que primero se aplica). En SOAR todas las reglas que se cumplen se colocan en la Memoria de Preferencias y a cada acción se le asigna un 'valor de preferencia'. Es decir, cada acción se le asigna un valor que permite a un Proceso de Decisión elegir cual debe llevarse a cabo primero.

Ocurre a veces que en la Memoria de Preferencias hay varias acciones que pueden llevarse a cabo y no hay forma de elegir entre ellas. Entonces se llega a una situación de *impasse*. Esto ocurre cuando el conocimiento almacenado en la Memoria Permanente es insuficiente para solucionar el problema. Por ejemplo, puede ocurrir que no se sepa cual de dos objetos elegir para actuar sobre ellos, no exista un objeto adecuado o cuando se intenta atribuir a un mismo objeto características diferentes y contradictorias.

El conocimiento almacenado en la Memoria Permanente es de dos tipos. Cuando el sistema se enfrenta a un problema nuevo, lo hace con reglas de producción generales que forman parte de la arquitectura. Sin embargo, nuevas reglas van siendo añadidas como resultado del aprendizaje. Este se lleva acabo a través de un proceso llamado *agrupamiento (chunking)*. Por ejemplo, cuando ocurre un impasse porque no se pueden elegir entre varios objetos sobre los que actuar, SOAR crea un subobjetivo para resolver un impasse. La solución al impasse significa encontrar una acción que lo solucione. Entonces SOAR analiza cuales fueron las condiciones que llevaron al impasse y cual es la acción que lo ha solucionado, y crea una nueva

regla con esa condición y esa acción. Esta nueva regla es añadida a la Memoria Permanente de tal manera que en la siguiente ocasión cuando se encuentre con las misma condiciones el impasse no se produce y no es necesario generar un nuevo subobjetivo.

Toda la actividad cognitiva se lleva a cabo aplicando *operadores* a *estados* dentro de un *espacio del problema* para alcanzar un *objetivo*.

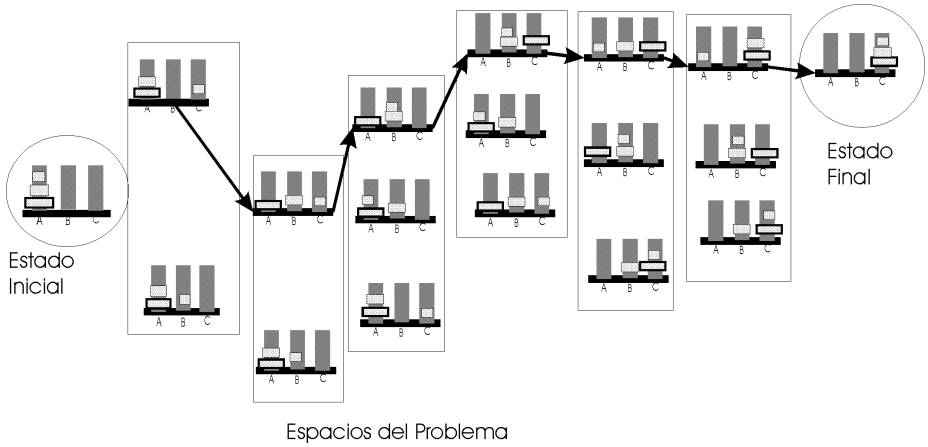


Figura 6 Estado inicial, estado final, espacios del problema movimientos legales que pueden llevar del estado inicial al final

En la Figura 6 se puede ver la secuencia de movimientos que llevarán del estado inicial al estado final. Al comenzar la tarea, en la memoria de reconocimiento existen unas cuantas reglas generales. La principal y la que al disparar hace que se comience el proceso de solución de problemas sería una en la que se detecte que el estado inicial no es el estado final.

Regla 1:

Si

El objetivo final es que el disco 3 está sobre el 2 y éste sobre el 1 en el palo C

y estas no son sus posiciones

Entonces

Crea como subobjetivo mover disco 3 a palo C

Esta regla disparará porque se cumple su condición ya que en la Memoria Operativa existe la información, recibida por los procesos sensoriales, sobre la posición de los discos.

En la memoria de reconocimiento también existirá una regla que lleve a mover un disco.

Regla 2:

Si

El subobjetivo es mover un disco X a palo Y

y disco X no tiene ningún disco sobre él

y en palo Y no hay un disco de menor tamaño que X

Entonces

Mueve un disco X a palo Y

La primera regla no da lugar a ninguna acción externa al sistema. Solamente introduce una unidad de información en la Memoria Operativa, crea un subobjetivo. Por el contrario, la regla 2 da lugar a una acción motora, un movimiento de un disco.

La regla 2 puede activarse para mover el disco 3 sobre el palo B o sobre el palo C. Por lo tanto, la regla 2 puede activarse dos veces,. Puede disparar para mover el

disco 3 al palo B y puede disparar para mover el disco 3 al palo C. Sin embargo, antes de disparar, lo que ocurre es que dos copias de esta regla son colocadas en la Memoria de Preferencias, cada una con diferentes condiciones y diferentes acciones. Es decir, en SOAR todas las reglas que cumplan su condición por tener la Memoria Operativa la información que requieren se activan en paralelo. Sin embargo, la activación de las reglas no lleva a su aplicación inmediata.

Si en la Memoria de Preferencias las reglas activadas tienen asociados diferentes valores de preferencias es posible elegir que regla se aplicará. Sin embargo, es posible que los valores de preferencia no permitan elegir. Por ejemplo, es posible que dos reglas tengan igual valor de preferencia. En ese caso llegamos a lo que se conoce como un *impasse.*

Relación de SOAR con GOMS

GOMS es un modelo que fue propuesto originariamente por CARD, MORAN y NEWELL [CAR83] en un libro titulado *The psychology of Human–Computer Interaction* y desde su publicación ha sufrido variaciones importantes que han dado lugar a variantes diferentes del modelo (CMN, KLM, etc.), de tal manera que hoy hay que hablar de 'La Familia de Modelos GOMS' [JOH96]. Sin embargo, todas las variantes comparten una serie de características comunes que hacen referencia a los componentes en los que se analiza la tarea que un usuario lleva a cabo durante la interacción con una interfaz. Se podría decir que GOMS más que un modelo es una técnica de análisis de tareas en términos de reglas de producción que después son integradas en una arquitectura cognitiva teórica (Ej. CCT, SOAR).

En palabras de JOHN y KIERAS [JOH96] en GOMS '*es útil analizar el* conocimiento *necesario para realizar una tarea en términos de objetivos, operadores, métodos y reglas de selección*'. Las letras que forman GOMS son las iniciales de Objetivos (**G**oals), Operadores (**O**perators), Métodos (**M**ethods), y Reglas de selección (**S**election rules).

Estos conceptos podemos definirlos de la siguiente manera:

1) **Objetivos**: Una estructura simbólica que define lo que el usuario quiere hacer usando el ordenador (escribir una carta, obtener información de una base de datos, dibujar un gráfico). El objetivo general puede estar dividido en subobjetivos).

2) **Operadores**: Las acciones que el ordenador (programa) permite llevar a cabo al usuario.

3) **Métodos**: Son las secuencias de subobjetivos y operadores que el usuario aprende.

4) **Reglas de selección**: Son las reglas que se encargan de seleccionar la secuencia más apropiada, en los casos en los que son posibles varias secuencias de subobjetivos y operadores para llegar a un objetivo.

Como puede verse estos conceptos son fácilmente convertibles en los conceptos manejados dentro de SOAR. Para ver como son aplicados en el análisis de una interfaz consideremos un ejemplo simple tomado de CAÑAS y WAERN [CAÑ01]. Supongamos que un usuario de un procesador de textos está escribiendo un texto como el de la Figura 7.

El usuario tiene un objetivo general que será 'Editar–Texto'. Este objetivo puede subdividirse en una serie de subobjetivos como son 'Mover–Texto', 'Borrar–Texto', 'Insertar–Texto', etc. A su vez, cada subobjetivo puede subdividirse en otros subobjetivos. Por ejemplo, los objetivos para insertar la palabra 'sector' en el texto de la Figura 7 serían: 'Insertar–Texto' que se divide en 'Mover–cursor' a la posición donde se quiere insertar, 'Presionar el botón del ratón' y 'Escribir texto'. Algunas veces es posible dividir un objetivo en varias secuencias de subobjetivos alternativos que llevan al mismo subobjetivo. Por ejemplo, si se quiere corregir el error que hay en la palabra 'personas', hay que insertar la letra 'e' después de la 'p'. Los subobjetivos para insertar la palabra 'sector' pueden ser también apropiados para

insertar la 'e'. Sin embargo, supongamos que tenemos el cursor en ese momento detrás de la letra 'r' de 'prsonas'. El usuario podría también 'Borrar hacia atrás' hasta llegar a colocar el cursor detrás de la letra 'p' y después 'insertar texto.

Los últimos subobjetivos en la jerarquía son los operadores, las acciones que el usuario tiene que llevar a cabo (e. presionar una determinada tecla). En algunos casos, los operadores tendrán que repetirse varias veces. En nuestro ejemplo, supongamos que para insertar la letra 'e' tenemos el cursor al final de 'prsonas', detrás de la 's'. El usuario tendrá que presionar la tecla de borrar hacia atrás 6 veces. Siguiendo con el mismo ejemplo, después de borrar las letras, el usuario tendrá que escribir siete letras.

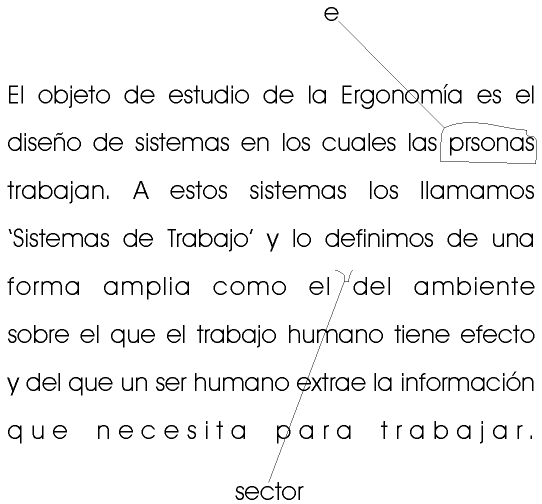


Figura 7 Ejemplo de cómo utilizar GOMS en una tarea de ejecución (CAÑAS y WAERN, 2001)

Sería posible calcular calcula el tiempo total que el método requiere para alcanzar el objetivo. Borrar e insertar requiere 2 segundos y 200 milésimas que son el resultado de borrar 6 veces (100 mseg cada presión de la tecla de borrar hacia atrás) y escribir 7 letras (200 mseg por letra). En el total se incluyen 200 milésimas de segundo de sobrecarga cognitiva que requiere el método.

Para insertar texto, los procesadores incluyen otro método alternativo que consiste en 'mover–cursor' a la posición donde se quiere insertar, 'presionar el botón' del cursor, y 'escribir–texto'. Ninguno de los operadores en este método se repite para insertar la letra 'e' en 'prsonas'. El tiempo total de este método en este ejemplo será de 900 milésimas de segundo, incluyendo también las 200 milésimas de segundo de sobrecarga cognitiva. Por tanto, este método será más rápido y consiguientemente el más elegido por un usuario.

Sin embargo, supongamos que el cursor se encuentra después de la letra 'r' en 'prsonas'. Al aplicar el método 'Borrar & Insertar' en este caso sólo tenemos que borrar una tecla y escribir dos, el tiempo estimado que es de 700 milésimas de segundo. El método 'Situar & Insertar' requiere el mismo tiempo que en el caso anterior. Por tanto, un usuario preferirá usar el método 'Borrar & Insertar' si este fuera el caso, lo que resalta una característica de las interfaces modernas. En éstos se ponen a disposición de los usuarios varios métodos que son aplicables dependiendo de las características de la tarea.

Con este ejemplo simple podemos ver 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. Especificando el número de subobjetivos y cuantificando los tiempos que cada método requiere, podemos tomar decisiones durante el diseño de una interfaz que faciliten la interacción. La utilidad real de GOMS se pone de manifiesto cuando se analizan interfaces y tareas complejas y se quiere dar una explicación en términos de las arquitecturas cognitivas generales como SOAR o CCT.

4 Sensación: los canales de entrada

La interacción entre la persona y el ordenador ocurre cuando hay un intercambio de información entre ambos. El ordenador presenta cierta información en un formato físico determinado y la persona debe captarla a través de sus sentidos para después procesarla. De la misma manera, la persona transmite cierta información al ordenador quien la capta a través de sus sistemas de input.

Cuando nos ocupamos de la transmisión de información del ordenador a la persona tendremos que considerar el funcionamiento de los sistemas sensoriales humanos.

Hasta hace muy poco, las interfaces presentaban la información en un formato visual y también, aunque menos frecuentemente, en formato auditivo. Por esta razón, el sentido visual ha sido el más tratado en IPO, seguido a distancia por el sentido auditivo. En el conocido dibujo que CARD, MORAN y NEWELL [CAR83] utilizaron en su libro de presentación de GOMS, los canales de entrada considerados eran el ojo y el oído solamente (ver Figura 8).

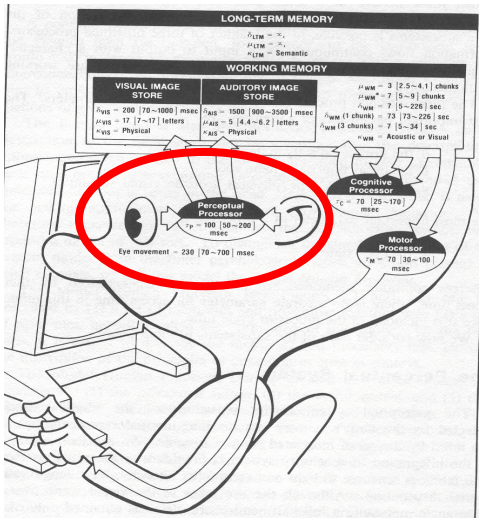


Figura 8 Canales de entrada en GOMS

Sin embargo, recientemente, se están empezando a diseñar interfaces donde la información es presentada en otros formatos físicos para que el usuario la reciba a través de sus otros sentidos. Por ejemplo, actualmente se están investigando las posibilidades que ofrecen las interfaces olfativas, lo que nos obligará a considerar también el funcionamiento de estos canales sensoriales.

A continuación veremos los aspectos generales de los canales sensoriales, comenzando por el visual, mencionando algunos ejemplos del diseño de interfaces para mostrar como el conocimiento científico del que disponemos puede ser aplicado. Pero, antes de comenzar es necesario llamar la atención sobre una cuestión interesante que nos encontramos en este tema. Hasta hace muy poco las interfaces que se diseñaban no planteaban experiencias nuevas para el ser humano. Por ejemplo, cuestiones tales como la elección de un color para un icono de una pantalla se tenía que plantear dentro de los límites de las experiencias humanas que podríamos llamar 'normales'. De esta manera, el conocimiento acumulado sobre el funcionamiento del sistema visual humano se podía aplicar fácilmente estableciendo 'guías para la elección del color' en el diseño.

Aún así, debido fundamentalmente al desarrollo de la Realidad Virtual, las nuevas interfaces están proporcionando experiencias totalmente nuevas y no sabemos si los sistemas sensoriales funcionarán de la misma forma ante tales experiencias. Hoy es posible que un usuario vuele como un pájaro. ¿Sentirá de la misma manera que siente en su vida 'terrestre cotidiana'?

De cualquier forma, hoy nos tenemos que plantear los canales sensoriales en el contexto de las nuevas interfaces que se están creando y que son diferentes de las interfaces de manipulación directa (ver Figura 9).

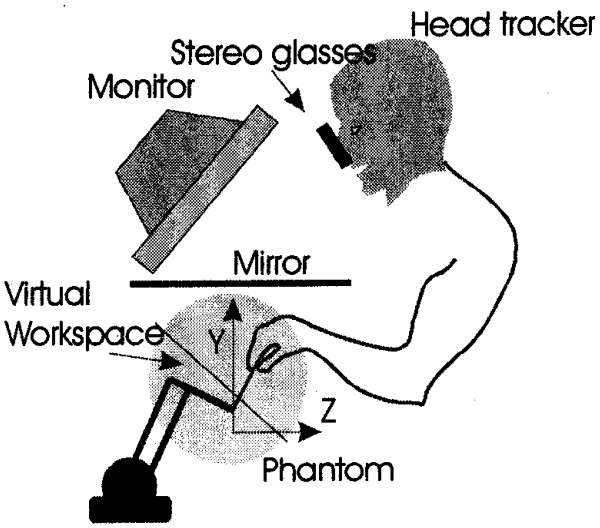


Figura 9 Canales de entrada en las interfaces virtuales.
Imagen tomada de R. ARSENAULT y C. WARE, *Eye-hand co-ordination with force feedback*, CHI2000

Además, debemos tener en cuenta que el predominio del canal visual ha terminando. Como muestra la Figura 10, hoy es normal encontrar interfaces virtuales donde se está explorando el canal auditivo como medio de diseñar 'entornos virtuales'.

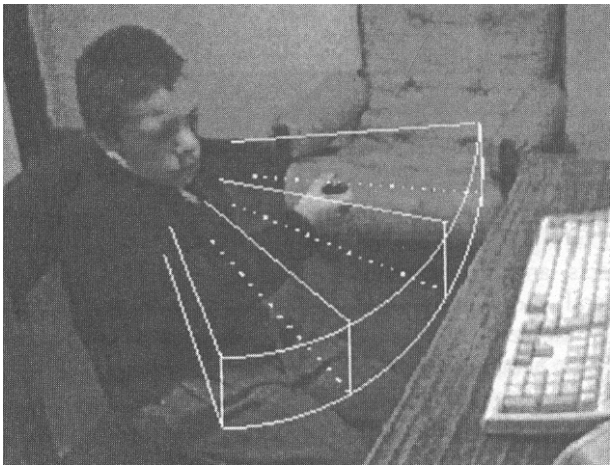


Figura 10 Un niño explorando un mundo virtual auditivo.
Imagen tomada de M. LUMBRERAS y J. SÁNCHEZ, *Interactive 3D sound hyperstories for blind children*, CHI99

Como los estudios de inteligencia artificial han demostrado el cerebro humano reconoce objetos del modo en que ningún ordenador actual puede ni siquiera aproximarse. Todas nuestras percepciones —oler, ver, oír, y tocar— son triunfos analíticos. El cerebro lleva a cabo todas estas hazañas computacionales porque sus numerosos componentes —sus células nerviosas— están conectadas de modos muy precisos y esa precisión de nuestras neuronas se pueden alterar por medio del aprendizaje. De esta manera, es posible que las nuevas experiencias virtuales de los usuarios puedan reconfigurar el sistema de alguna manera que desconocemos.

Sistema visual

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

Lo que vemos es la **luz** definida como la porción del espectro electromagnético que puede ser detectado por el sistema visual humano. El espectro es representado usando una escala no–lineal donde cada unidad es un incremento de un factor de 10. Como puede verse en la Figura 11, la escala entera de frecuencias es de 10^{18} Hz de largo. Si representamos el espectro como una escala lineal con divisiones de

1 mm para representar 1 Hz, la escala entera mediría 1.000 millones de kilómetros de largo. Pues bien, la porción visible sería de 40 cm de largo sólo.

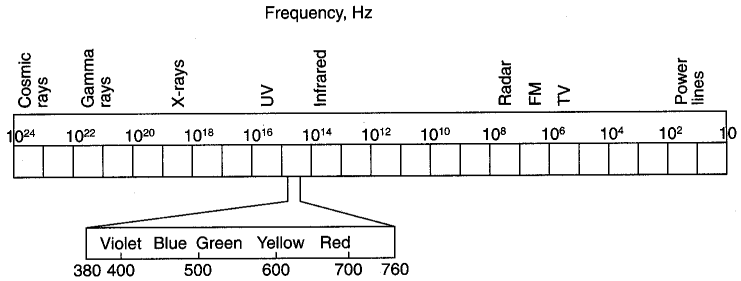


Figura 11 El espectro electromagnético. Las luces visibles se encuentran en el rango entre 380 y 760 manómetros

Para que sea posible la recepción física de los estímulos son necesarias diferentes estructuras anatómicas que podemos ver en la Figura 12. La primera capa que atraviesa la luz en su camino es la **córnea**, capa transparente que se continúa con la esclerótica lateralmente. Después nos encontramos la **cámara anterior**, entre la córnea y el cristalino, en la que hay un líquido transparente llamado **humor vítreo**.

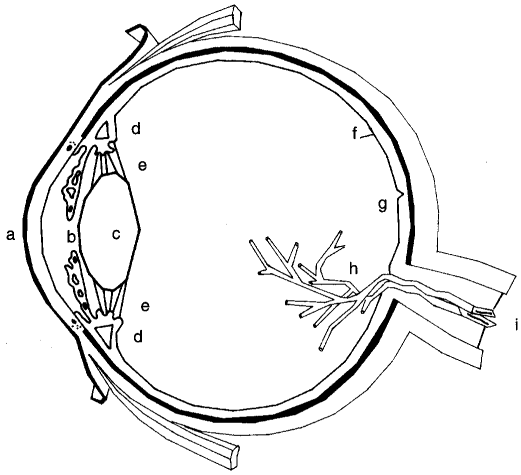


Figura 12 Estructura anatómica del ojo: (a) cornea; (b) pupila; (c) lentes; (d) músculo ciliar; (e) ligamientos de suspensión; (f) retina; (h) punto ciego; (i) nervio óptico

La **pupila** es un agujero que cambiando de tamaño consigue regular la luz que entra. La siguiente estructura con la que se encuentra la luz es el **cristalino o lente**, que mediante la variación de su curvatura a través de los músculos ciliares produce el fenómeno de **acomodación**, proceso que permite que enfoquemos objetos a diferentes distancias.

Finalmente, tras atravesar el denso fluido trasparente que recibe el nombre de **humor vítreo** y ocupa la mayor parte del volumen del ojo, las radiaciones luminosas llegan a la **retina**, en la que se encuentran las células encargadas de realizar la transducción (formación de la imagen), generación de señales nerviosas en repuesta a la luz. En ella las imágenes se forman de forma invertida aunque el cerebro está capacitado para considerarlas como normales.

En la retina existen dos puntos importantes, la fóvea, que es el punto de máxima visión y el punto ciego, que es un lugar en el que no hay visión ya que de éste parte el nervio óptico.

El campo visual que tiene un sujeto al mirar a un punto es prácticamente de 180º y se puede dividir en dos partes, el semicampo visual izquierdo y el derecho. Los objetos del hemicampo visual izquierdo se proyectan sobre las hemirretinas derechas y los del hemicampo visual derecho sobre las hemirretinas izquierdas. Hay una zona binocular , la zona central, done todos los objetos se proyectarán sobre los dos ojos. En el campo visual, también hay dos zonas monoculares, en los extremos, que sólo se proyectan a un solo ojo y los objetos situados en esas zonas se pro-

yectarán ipsilateralmente al ojo del mismo lado. El hecho de que existan zonas monoculares se debe a la nariz.

¿Cuales son los aspectos del sistema visual que nos interesan desde el punto de vista de la IPO?

En Psicología se suele distinguir entre Sensación y Percepción. Sensación es la captación del estímulo físico y su transformación en impulso nervioso, mientras que Percepción es la asignación de significado al estimulo que ha entrado en nuestro sistema cognitivo. Desde este punto de vista, hablamos de '*percepción de formas'* y no de '*sensación de formas'*. Reconocer que las líneas que llegan a nuestra retina son los bordes de un objeto es percibir ese objeto.

Por esta razón, al hablar del sistema visual en este nivel sensorio–motor nos limitaremos a exponer dos temas fundamentales que hacen referencia a la cantidad y a la cualidad de la luz que nos llega a la retina. Estos temas son el color y la iluminación. Dejaremos los temas de percepción para tratarlos en otro nivel.

Sin embargo, debemos decir que esta distinción es más didáctica que real. Sensación y percepción están ineludiblemente ligados. Por ejemplo, el color depende de la longitud de onda y de como en la retina se codifican las diferentes longitudes de onda. Sin embargo, el color es un tema perceptual puesto que en IPO el color se utiliza para distinguir objetos (Ej. iconos) en la interfaz visual.

El color

Para entender como percibimos los colores es necesario explicar como la luz llega a la retina y es codificada por los fotorreceptores que existen en ella.

La retina humana tiene dos tipos de fotorreceptores, los **conos** y los **bastones**, que al contacto con la luz segregan sustancias químicas que estimulan a las neuronas. Los conos son responsables de la visión diurna y los bastones median la visión nocturna, siendo éstos últimos extremadamente sensibles a la luz. Los conos permiten realizar mejor que los bastones cualquier tarea visual, excepto la detección de estímulos oscuros.

Se han identificado tres tipos de conos con pigmentos con diferentes sensibilidades espectrales. Puesto que la absorción del espectro de los tres pigmentos sensibles a la luz se solapan, una longitud de onda determinada que llegue a la retina causará respuestas en los tres conos pero en diferentes grados. El resultado es un patrón de output formado por los tres conos que es el indicador de la longitud de onda que lo ha causado. Después el sistema nervioso central interpreta cada patrón de output como un color determinado.

Las nociones de patrón de output y de cómo son interpretadas por el sistema nervioso central pueden ayudar a explicar algunas de las experiencias de nuestra vida cotidiana. Por ejemplo, las luces roja y verde pueden combinarse para que veamos el color amarillo. La teoría que usa estas nociones se le conoce como la *Teoría de los Componentes*. La explicación en términos de esta teoría sería que las dos luces, roja y verde han estimulado a los tres conos para dar lugar a un patrón de output similar al que sería causado por la longitud de onda del amarillo.

Sin embargo, ciertos fenómenos visuales no pueden ser explicados por la teoría de los componentes. Si el ojo se fija en una luz brillante por varios segundos, y después se retira, se ve una imagen retiniana con unas características interesantes. Una luz azul da lugar a una imagen amarilla después y viceversa. Una luz roja produce imágenes verdes. A este efecto se le llama el *Posefecto del color* para el es necesario proponer un sistema, conocido como de **los procesos oponentes**. Se cree que en la retina existen unos procesos que tienen conos funcionalmente diferentes que producen respuestas máximas a diferentes longitudes de onda.

Existen tres sistemas de procesos oponentes (ver Figura 13):

1) **Rojo–verde**: Responde cuando llegan longitudes de onda medias, viéndose el color verde, o longitudes de onda muy bajas o muy altas, viéndose entonces el rojo.

2) **Azul–Amarillo**: Responde ante longitudes de onda cortas, viéndose el azul, o longitudes de onda largas, viéndose el amarillo.

3) **Acromático:** responde a la cantidad de luz que se refleja, dando lugar a los niveles de claridad (claro–oscuro) que vemos.

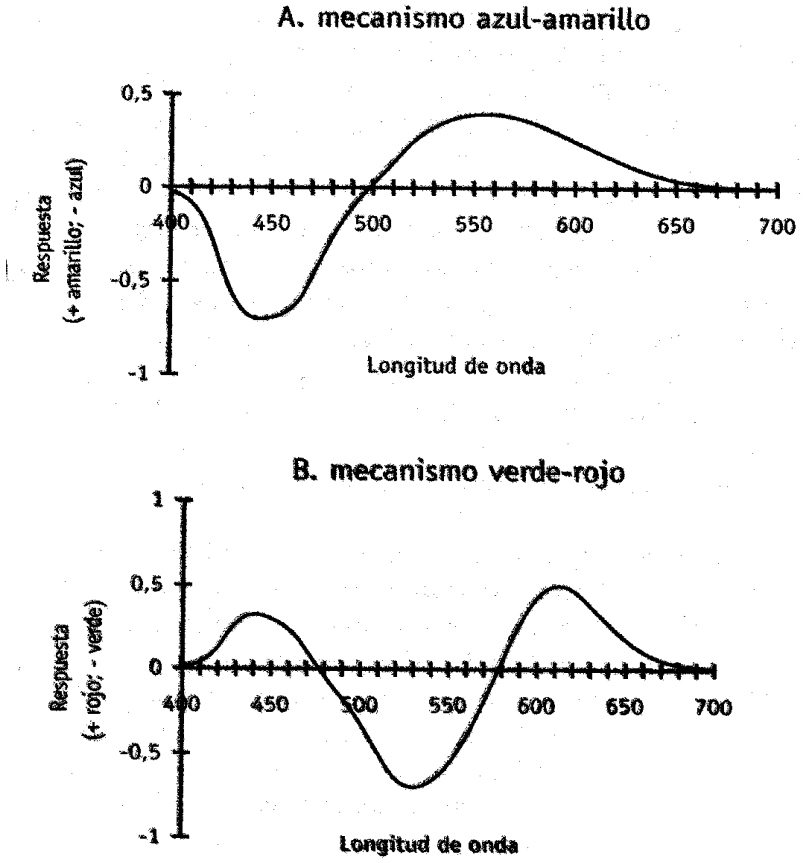


Figura 13 Respuesta de los procesos oponentes cromáticos a las diferentes longitudes de onda

La explicación de los posefectos del color sería según esta teoría la siguiente: cuando se mira fijamente un color, por ejemplo el rojo, durante un tiempo, el sistema del rojo se agota y se inhibe y se deja ver el verde.

Esta teoría de los procesos oponentes tiene importantes consecuencias para la IPO. Más concretamente, la noción de que los colores rojo y verde, por un lado y azul y amarillo por otro, implica que se deben evitar los colores oponentes en combinación en una pantalla para evitar los posefectos, sobre todo en pantallas activas como las VDT y si los colores son saturados. Por ejemplo, si se ponen las letras en color azul sobre un fondo amarillo puede que se capte la atención del usuario pero los posefectos del color pueden hacer que se dejen de ver las letras en la pantalla, palabras en rojo sobre fondos azules pueden parecer que 'vibran', etc.

La extensa investigación llevada a cabo en Psicología sobre este tema ha permitido que hoy tengamos guías para la selección del color en las interfaces. Un ejemplo de estas guías la podemos ver en la Tabla 2.

Como indica la regla general 6, es necesario tener presente que no se debe abusar de los colores como medios de codificación porque los problemas de visión del color son muy comunes. En este sentido conviene saber cuales son estas deficiencias de la visión cromática que son consistentes con la pérdida de uno de los tres sistemas de conos (Tabla 3).

Antes de terminar con la visión del color es conveniente señalar lo que significan para el psicólogo algunos de los términos comunes que usamos para referirnos al color. Decimos que el color de un objeto tiene varios componentes: matiz, saturación y luminosidad (brillantez), cada uno determinado por una dimensión física, así las características psicológicas que percibimos están directamente asociadas a los siguientes propiedades físicas (Tabla 4).

El **matiz** es la reacción psicológica a la longitud de onda, que varía de 400nm (vistas como violeta) a 700nm (percibidas como rojos), aproximadamente.

La **saturación** es la medida en la cual la luz contiene más o menos otras longitudes de onda. Un color puro es aquel que contiene solo las longitudes de onda que dan lugar a la percepción de ese color.

La **luminosidad** es el reflejo aparente de un color y es nuestra reacción psicológica a esa característica física, la reflectancia. Los objetos recorren una gama desde los muy oscuros (negro), hasta los muy claros (blanco), con gradaciones de la reflectancia en medio.

En general
1) Elegir combinaciones de colores compatibles. Evitar rojo–verde, azul–amarillo, verde–azul, rojo–azul 2) Usar contrastes altos de color entre la letra y el fondo 3) Limitar el número de colores a 4 para los novatos y a 7 para los expertos 4) Usar azul claro sólo para las áreas de fondo 5) Usar el blanco para la información periférica 6) Usar códigos redundantes (formas además de colores); de 6 a 10 por ciento de los varones tienen algún problema de visión del color
Para la Pantallas de visualización de datos
1) La luminosidad disminuye en este orden: blanco, amarillo, cian, verde, magenta, rojo y azul 2) Usar blanco, cian o verde sobre fondos oscuros 3) Para vídeos inversos usar nada (negro), rojo, azul o magenta 4) Evitar colores muy saturados

Tabla 2 Guías para la selección del color en las interfaces

Tipo	Descripción
Tricrómata	Visión cromática normal
Dicromático Protanopa	Insensible al rojo
Dicromático Deuterópata	Insensible al verde
Tritanopa	Insensible al azul y al amarillo
Monocrómata	Sin visión del color

Tabla 3 Deficiencias de visión cromática

Término físico	Término psicológico
Longitud de onda	Matiz
Pureza	Saturación
Reflectancia	Luminosidad
Intensidad	Brillantez

Tabla 4 Asociación entre propiedades físicas y características psicológicas

Iluminación

Independientemente del color, existen otras características que debemos conocer de la luz por su importancia en el diseño de interfaces. Entre ellas la más importante es la intensidad de energía luminosa que llega a nuestras retinas.

Como ya hemos, visto los conos y los bastones son diferencialmente sensibles a la intensidad luminosa, además de la longitud de onda de los estímulos visuales. Tomado como un todo, nuestro sistema visual, presenta su mayor sensibilidad a las longitudes de onda que se encuentran entre 480nm y 580nm. Sin embargo, también influye la duración de la exposición al estímulo visual. Generalmente para presentaciones muy breves de un estímulo (menos de 0.1sg), la luz debe ser más intensa, mientras que las luces menos intensas pueden detectarse si son expuestas con mayor duración. Este efecto interactivo duración–energía, sobre la intensidad percibida se conoce como Ley de BROCH.

Otros factores que influyen sobre nuestra percepción de la energía luminosa son el área retiniana cubierta por el estímulo, y la cantidad de luz que entra por el centro de la pupila. La luz que entra cerca del borde de la pupila, llega a los receptores formando un ángulo y es menos efectiva que la que llega directamente a los fotorreceptores. Así, la energía luminosa, nos puede llegar directamente, como la del sol, o indirectamente, reflejada por una superficie.

Con luminosidad nos referimos a nuestra percepción de las características acromáticas de las superficies (blancos, grises, negros), y el albeo designa la proporción de la luz reflejada por un objeto, que es una propiedad del objeto, y sigue siendo la misma aun cuando cambie la cantidad de luz: Fenómeno de constancia de la luminosidad.

Aunque no es competencia directa del diseñador de la interfaz, sino más bien del ergónomo y el ingeniero, debemos tener en cuenta que el usuario trabaja en un ambiente luminoso que influye en como se ve la información presentada en la interfaz. De esta manera, el diseñador puede consultar las recomendaciones que deben ser seguidas por quien diseña el espacio de trabajo, para adaptar el diseño de la interfaz a la situación donde el sistema será usado. A continuación pueden verse algunas de estas recomendaciones.

1) Ambiente de trabajo y puesto de trabajo:
   - Proveer descanso visual
     - Nunca colocar una VDT contra una pared o un espejo
     - Diseñar los puestos de trabajo de tal manera que los usuarios puedan frecuentemente cambiar de distancia focal
     - Proveer objetos visuales complejos para que puedan servir de descanso cuando la persona no mira a la pantalla
   - Alinear las pantallas en relación correcta con las fuentes de luz.

8) Terminales y pantallas:
   - Usar vídeo reverso para minimizar los destellos
   - Utilizar filtros.

Sistema auditivo

La audición es también crucial para la comunicación humana, ya que es el núcleo de interacciones sociales y transmisión del conocimiento. En el contexto de la IPO, el sentido auditivo es importante para estudiar las interfaces auditivas y las multimodales en las que se combinan el sonido y la imagen para transmitir información. Sin embargo, los aspectos más interesantes que nos interesan en IPO sobre este canal de entrada se verán más claramente cuando consideremos la memoria a corto plazo ligada a él. Entonces, consideremos aspectos como el tamaño y duración del los menús auditivos (Ej. como los usados por las compañías telefónicas).

Nuestra experiencia auditiva proviene del desplazamiento de moléculas de aire. Al vibrar algo hace que las moléculas de aire cambien su posición, choquen unas con otras, y al chocar produzcan ondas sonoras.

Los cambios sucesivos en la presión del aire que entra en el oído reciben el nombre de sonidos. Las propiedades físicas de las ondas sonoras son: frecuencia, amplitud y ángulo de fase.

- **Frecuencia**: Es el número de ciclos que una onda sonora completa en un segundo, generalmente corresponde a la experiencia psicológica del tono, aunque no existe una correspondencia perfecta. Los adultos jóvenes pueden oír tonos con frecuencias de 20 Hz – 20.000 Hz. En todo caso nuestra experiencia auditiva incluye sólo una pequeña fracción de ese intervalo.
- **Amplitud**: Es la máxima ampliación respecto a la presión normal, en general corresponde a la experiencia psicológica del volumen.
- **Ángulo de fase**: Posición del cambio de presión mientras se mueve durante un ciclo completo, señala el ángulo en grados en cada fase o posición del ciclo.

Para que la energía física se convierta en información que pueda ser procesada por las neuronas, es necesario el **proceso de transducción**. Examinamos ahora las regiones anatómicas que lo realizan (ver Figura 14).

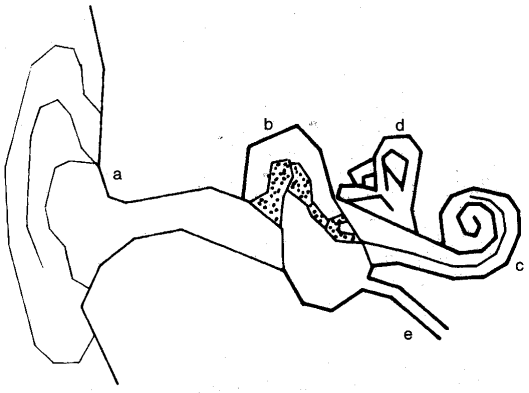


Figura 14 Anatomía del oído: (a) oído medio; (b) oído interno, con (c) coclea, (d) canales semicirculares, y (e) trompa de Eustaquio

Oído externo

Su nombre técnico es pabellón auditivo, lo que llamamos orejas, y que son importantes ya que incrementan ligeramente la amplitud del sonido y también ayudan a la determinación de la dirección de la que proviene el sonido. El oído externo tiene otras estructuras como el conducto auditivo externo que protege al tímpano de los objetos pequeños que puedan entrar, y se comporta de forma similar a un tubo de resonancia, ampliando las frecuencias. Finalmente el tímpano es una membrana que vibra en respuesta a las ondas sonoras, y es la estructura más importante el oído externo.

Oído medio

Consta de tres huesecillos: Martillo, Yunque y Estribo, que son esenciales para resolver el problema de " desigualdad de impedancia", que consiste en que al cambiar el medio de trasmisión de las ondas en el oído interno por ser en éste líquido, existe una oposición al flujo. Habrá una diferencia entre la oposición que había en el aire y la que hay en al medio líquido. El problema creado por esta diferencia se resuelve con tres procesos.

La fuerza de las partículas en el aire que golpea la relativamente grande membrana timpánica es transmitida a una región mucho más pequeña donde el estribo llega a la ventana oval de la cóclea..

Los huesecillos funcionan como una palanca, lo que ofrece una ventaja mecánica.

El tímpano tiene una forma parecida a un cono, lo que hace que responda más eficazmente.

Además en el oído medio existen unos músculos que actúan contrayéndose por reflejo inmediatamente después de que llegue un sonido muy fuerte, y la **trompa de Eustaquio**, que conecta el oído con la garganta ayuda a igualar la presión de aire del sistema auditivo.

Oído interno

Está formado por los canales semicirculares y la cóclea. Ésta última, aunque es minúscula, es un conductor inercial tridimensional, un amplificador acústico y un analizador de frecuencias. Los canales semicirculares intervienen en el sentido de la orientación y no en el auditivo, así que los veremos al hablar de éste tema.

La cóclea llena de líquido, contiene receptores para los estímulos auditivos y es crucial para la audición (ver Figura 15). El estribo está adosado directamente a la ventana oval, membrana que cubre la abertura de la cóclea. Cuando vibra el estribo, la ventana oval también lo hace, cambiando así la presión del líquido dentro de la cóclea.

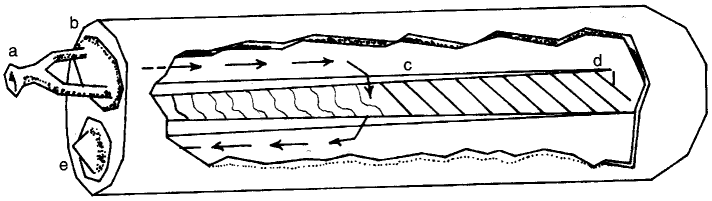


Figura 15 Cloclea: (a) estribo; (b) ventana oval; (c) Membrana basilar; (d) helicotrema; (e) membrana tectorial

En la cóclea existen tres canales que corren a lo largo de toda su longitud, la rampa vestibular, que es el canal donde se ajusta el estribo. De este canal el líquido fluye al segundo, la rampa timpánica, con su propia membrana, la ventana redonda, que se mueve en sentido opuesto a la ventana oval, debido a que el líquido de estos dos canales (perilinfa) es difícil de comprimir.

El conducto coclear es el más pequeño de los tres canales, y en él están los receptores auditivos, que están separado de los otros dos por membranas y tiene un líquido diferente, endolinfa.

Cuando el estribo hace que la ventana oval vibre, la vibración es transmitida a la membrana basilar (del conducto coclear), que es donde descansan los receptores. El patrón de vibración se conoce como onda viajera.

El órgano de Corti, en la cóclea, es el que contiene receptores que transducen la energía de presión de una onda sonora en una clase de energía eléctrica y química que puede transmitirse a las vías superiores del sistema auditivo.

La membrana basilar es la base del órgano de Corti y también incluye las células ciliadas, receptoras para la audición.

La altura tonal y fenómenos relacionados

La frecuencia de un sonido es la principal determinante de nuestra experiencia perceptiva del sonido. Dos teorías principales explican cómo el oído registra la información de frecuencia.

- La **teoría del lugar** (HELMHOLTZ, 1877), propone que la frecuencia de cada onda sonora produce una onda viajera, la cual hace vibrar un lugar particular de la membrana basilar a su nivel máximo. De está manera, el sistema nervioso central sabe que frecuencia ha oído conociendo el lugar de la membrana que ha vibrado más.
- La **teoría de la frecuencia** (RUTHERFORD, 1886) propone que la frecuencia de la onda sonora es igualada por la frecuencia de vibración en la membrana basilar, la cual ocasiona que las fibras nerviosas del nervio auditivo dis-

paren una frecuencia igual. Es decir, el sistema nervioso identifica la frecuencia por la frecuencia a la que ha vibrado la membrana basilar.

El fenómeno de la **altura tonal** depende fundamentalmente de la frecuencia, pero también de la duración, amplitud, tonos previos y el grado de alerta de quien lo percibe.

Volumen

El volumen es determinado por la amplitud de la altura tonal, aunque está correlación tampoco es perfecta y también depende de la duración, los ruidos de fondo, las características del oyente y la frecuencia.

Localización auditiva

Somos capaces de localizar objetos en el espacio basándonos únicamente en los sonidos que producen, En la localización del sonido influye la identificación de la dirección y la distancia de un sonido.

Un indicio de la dirección de un sonido proviene del hecho de que éste tiene que viajar diferentes distancias hacia los dos oídos, lo que produce una diferencia de tiempo interaural, con dos componentes, una diferencia de inicio y una diferencia de fase. Esa diferencia de tiempo interaural es especialmente útil para sonidos de frecuencia baja. Un segundo indicio es que un sonido llega a ambos oídos con diferentes intensidades, lo que genera una diferencia de intensidad interaural, que es muy útil para los sonidos de frecuencia elevada. La información obtenida por medio del contorno de los conductos auditivos, así como por los movimientos de la cabeza y del cuerpo ayudan a resolver las ambigüedades que puedan existir.

Sonidos simultáneos

Cuando se combinan dos tonos, el sonido que resulta depende de la diferencia de frecuencia entre ambos tonos. Podemos oír pulsaciones, ruidos o dos tonos distintos. Un tono puede enmascarar a otro en una combinación de tonos, dependiendo de su frecuencia y amplitud relativa.

Cuando se presenta un tono continuamente, la adaptación o menor percepción de éste, por lo general, es pequeña, y cuando ese tono es presentado y apagado, será difícil escuchar otros tonos.

El sistema auditivo muestra fatiga, ésta fatiga puede producir un cambio temporal o permanente en el umbral perceptivo. Actualmente la contaminación acústica es un problema importante en nuestra sociedad, los efectos de la contaminación por ruido pueden reducirse disminuyendo la exposición de los usuarios a ruidos fuertes, proporcionándoles protectores para los oídos o modificando el ruido en su origen.

El tacto

¿Por qué nos debemos preocupar por el sentido del tacto en IPO? Podemos decir que existen dos razones fundamentales. En primer lugar, el tacto se está convirtiendo en un canal sensitivo importantísimo en el diseño de sistemas de Realidad Virtual donde el usuario explora mundos virtuales con sus manos. En este sentido, el diseñador debe saber como el tacto activo funciona cuando exploramos objetos y tratamos de descubrir sus propiedades. Al tacto activo también se le llama percepción táctil y es más preciso y útil que el tacto pasivo. En segundo lugar, para personas con discapacidades visuales o auditivas es muy útil el sistema táctil. En este sentido, los diseños de interfaces son un desarrollo que se basa en la larga historia de sistemas alternativos de comunicación (ej. Braille).

La piel es nuestro sistema sensorial más grande. Contiene muchas clases de receptores, los cuales tienen terminaciones nerviosas libres o encapsuladas. No existen unas claras divisiones entre todos los tipos de receptores de la piel y sus funciones. Algunos receptores especializados son los de la temperatura, **termoreceptores**, los **nociceptores**, especializados en estímulos dolorosos y los **mecano-**

receptores, que responden a la presión. El tacto incluye también la sensación producida por la deformación de la piel, la cual resulta distorsionada al tocar o ser tocada por un objeto.

Los estudios del tacto pasivo muestran que los umbrales de percepción son diferentes en hombres y en mujeres y también en las diferentes partes del cuerpo. Según el espacio ocupado por cada región corporal en la corteza cerebral así de sensible será esa zona (Homúnculo de Penfield).

En los humanos, cuando se da una exposición prolongada, se produce una disminución gradual de la sensación.

Dolor

Tiene dos componentes importantes, un componente sensorial y un componente emocional. El umbral del dolor es la menor intensidad de estimulación a la cual percibimos dolor.

La tolerancia al dolor es el nivel máximo que la gente acepta. Una teoría importante sobre el dolor es **la teoría del de la puerta** de MELZACK *et al.*, según la cual la percepción del dolor sería el resultado de las interacciones complejas de fibras grandes y pequeñas con la sustancia gelatinosa y células de transmisión. Además, el control cognitivo del cerebro tiene una influencia importante en la percepción del dolor.

El dolor puede controlarse con sustancias artificiales como los analgésicos, y también existen sustancias naturales como las endorfinas, y técnicas psicológicas como la hipnosis, relajación, aproximaciones cognitivo–conductuales.

Cuando hablamos de dolor no debemos olvidar que éste tiene un papel constructivo. Si no sintiésemos dolor podríamos morir por que el dolor nos avisa de que existe un daño en nuestro organismo. Las personas que por alguna razón tienen insensibilidad congénita al dolor sufren de forma anormal un gran número de lesiones, tales como cortes o quemaduras.

Temperatura

Tenemos varios mecanismos para regular la temperatura. Varias investigaciones han mostrado que es posible identificar puntos separados para el frío y el calor en nuestra piel. Los umbrales de temperatura son influidos por factores como la parte del cuerpo, la cantidad de piel expuesta y la velocidad del cambio de temperatura. Sin embargo, la gente no es muy buena para localizar la temperatura.

Con la exposición repetida se produce una adaptación térmica, en la que disminuye la intensidad percibida. De esta manera, las personas pueden adaptarse bastante bien a estímulos de frío, por ejemplo si sus condiciones de vida exigen un contacto constante con el frío.

Sistema cenestésico y vestibular

Estos sentidos nos dan información sobre el movimiento y la conservación de la postura erguida, son similares en el hecho de que raramente somos conscientes de ellos. La razón por la que son importantes para la IPO es por estar implicados en la interacción con sistemas de Realidad Virtual.

Sentido cenestésico

El sentido cenestésico es uno de los sentidos somáticos, llamados así porque proporcionan información sobre lo que está ocurriendo en la superficie y en el interior de nuestro cuerpo. Incluye sensaciones que provienen de la posición y del movimiento de las partes corporales, puede ser un movimiento activo o pasivo. El sistema nervioso central tiene dos métodos para obtener información acerca de la posición y el movimiento de las partes corporales:

Puede monitorizar las órdenes que envía a los músculos asumiendo que éstos los realizan.

Recibir información proveniente de receptores sensoriales adecuados.

Se usan estas dos fuentes de información y ésta información se completa con la que se capta con los otros sentidos: vista, oído, etc.

Los receptores que nos proporcionan información cenestésica se encuentran en los ligamentos y las articulaciones.

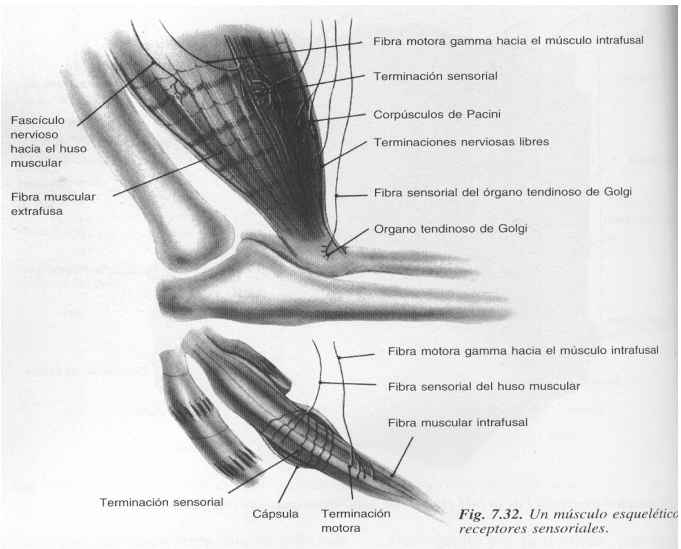


Figura 16 Anatomía del sentido cenestésico

Como se puede ver en la Figura 16, los axones aferentes de los músculos y los tendones envían cuatro tipos de información:

Las terminaciones de las fibras musculares *intrafusales* informan sobre la longitud del músculo.

Las terminaciones sensoriales del *órgano tendinoso de Golgi*, en la unión entre el tendón y el músculo, informan de la tensión ejercida por el músculo sobre el tendón.

Los *corpúsculos de Pacini*, dentro de la membrana que cubre el músculo (fascia), informan de la presión ejercida sobre los músculos.

A través del músculo de la fascia se distribuyen terminaciones nerviosas libres que informan del dolor que acompaña al esfuerzo prolongado o a los calambres musculares.

Sentido vestibular

Nos proporciona información acerca de la orientación, el movimiento y la aceleración. Sus funciones incluyen el equilibrio, el mantenimiento de la cabeza en una posición erguida y el ajuste de los movimientos de los ojos para compensar los movimientos de la cabeza.

Al igual que la cenestesia es algo de lo que en raras ocasiones nos damos cuenta. Por lo común, sólo lo notamos cuando nuestros receptores sensoriales son estimulados en forma poco usual. Los receptores del sistema vestibular son unos pequeños canales semicirculares del oído interno que están llenos de líquido y se encuentran limitados por células ciliadas igual que la cóclea. Sus dos componentes más importantes son (ver Figura 17):

Los **sacos vestibulares** que responden a la fuerza de la gravedad e informan al encéfalo sobre la orientación de la cabeza.

Los **canales semicirculares** que responden a la aceleración angular (cambios en la rotación de la cabeza) pero no a la rotación constante. También responden (aunque más débilmente) a los cambios de posición o a la aceleración lineal.

Este sentido es muy importante en IPO en el contexto del diseño de sistemas de Realidad Virtual. Si las características de este sistema no se tienen en cuenta, nos encontramos con problemas de mareos y nausea y desorientación espacial que son tan frecuentes en los sistemas de realidad virtual.

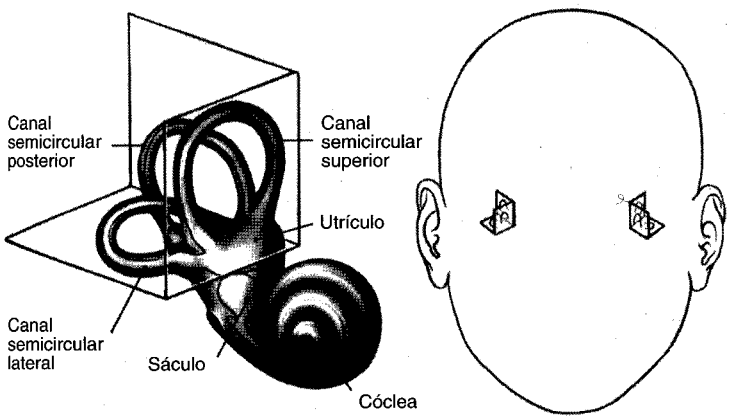


Figura 17 Anatomía del sentido vestibular

Sistema olfativo

El sentido del olfato ha comenzado a ser explorado en IPO por las posibilidades que ofrecen los olores para crear mundos virtuales parecidos a los reales. Además, en el contexto de las 'interfaces emocionales', el sentido del olfato adquiere una gran importancia porque tiene conexiones nerviosas directas con el sistema límbico que es el encargado de procesar las emociones. Sin embargo, las investigaciones sobre este sentido en IPO está comenzando tímidamente debido a las grandes dificultades que tiene para ser utilizado en el diseño de interfaces.

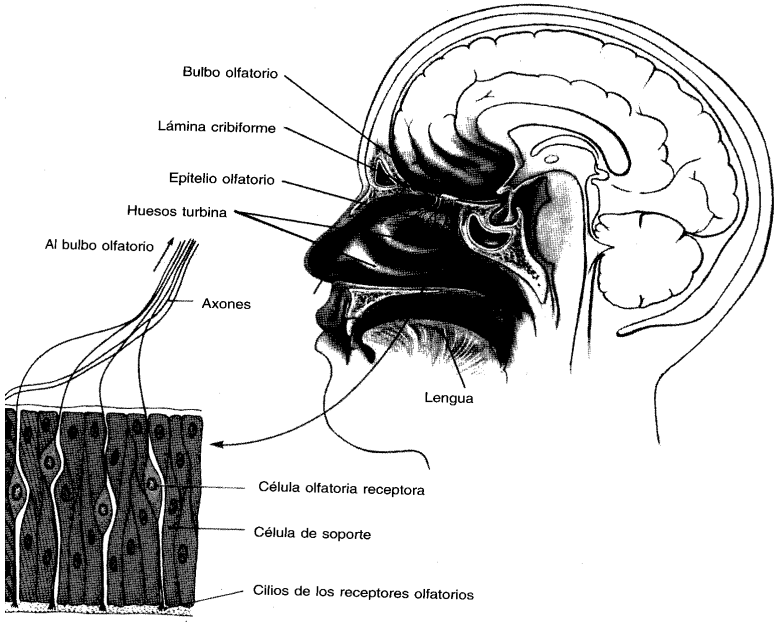


Figura 18 Anatomía del sentido del olfato

El olfato, como el gusto, es un sentido químico (ver Figura 18). Los receptores detectan la presencia de moléculas en el aire. Las características más importantes de los receptores olfativos y que los hacen tan difíciles de tratar en IPO son las siguientes: (1) **adaptación**, si los receptores son expuestos durante mucho tiempo a un mismo olor pierden selectivamente la sensibilidad a ese olor; (2) Existe una **gran variación individual** en la sensibilidad al olor, lo que hace que sea difícil diseñar interfaces olfativas para que sean usadas universalmente.

5 Percepción

Cuando hablamos de Sensación en Psicología nos estamos refiriendo al proceso de captar el estímulo físico del ambiente (luz, sonido, etc.) y convertirlo en estímulo nervioso que recorrerá los canales sensoriales hasta llegar al sistema nervioso central. Sin embargo, reservamos el término Percepción para referirnos al proceso por el cual asignamos significado a los estímulos captados por nuestros sistemas sensoriales. Al hablar de Percepción ya no hablamos de ondas electromagnéticas que llegan a la retina, ahora hablamos de 'objetos con colores y formas'.

Como vimos en el apartado anterior, nuestro conocimiento del mundo lo construimos a partir de la vista, oído, tacto, dolor, sensación de movimientos corporales... La percepción comienza al recibir la información de las células receptoras, que son sensibles a uno u otro tipo de estímulos. Las vías sensoriales conectan al receptor periférico con las estructuras centrales de procesamiento. Existe así, un procesamiento en paralelo de la información sensorial que es esencial para el modo en que el cerebro forma nuestras percepciones del ambiente.

Pero el cerebro no registra el mundo externo simplemente a modo de un fotógrafo tridimensional, más bien construye una representación interna de los acontecimientos físicos externos tras haber analizado sus componentes con anterioridad. En este apartado veremos cómo se llevan a cabos estos procesos.

Organización perceptual de objetos y escenas

La distribución de elementos en una interfaz es una decisión que debe tomar el diseñador, guiado muchas veces por su propia intuición o en peores casos incluso por exigencias de espacio en el display. Hoy por hoy existe suficiente información acerca de los procesos psicológicos que subyacen la percepción organizada de escenas, por lo que es posible proporcionar al diseñador las herramientas necesarias para decidir sobre la mejor distribución de objetos en una interfaz.

Para observar la importancia de la organización perceptual, imaginemos la siguiente escena: una barra de herramientas de un programa informático con 10 iconos. Para ese número de elementos, hay 42 agrupaciones posibles. Con 100 iconos, las posibilidades se disparan a 190.569.292. Pero psicológicamente hablando, tan solo una de estas posibles organizaciones es percibida en cada momento, y en general la primera que se perciba será la que se mantendrá en el tiempo.

Este fenómeno ha dado pie a que se estudien qué principios rigen la organización perceptual, cuyo máximo exponente han sido las llamadas Leyes de Agrupación, que se verán más adelante.

PALMER y ROCK [PAL94] proponen un modelo teórico de la organización perceptual, en el que la escena se analiza a partir de distintos procesos (los elementos en cursiva en la Figura 19). Éstos actúan de forma serial proporcionando cada uno de ellos nuevos inputs (los elementos en los recuadros en la Figura 19) que son analizados a continuación por el siguiente proceso. El output final de todo el análisis es una imagen donde se ha organizado la escena en agrupaciones de objetos y se han diferenciado las partes de los mismos.

El primer proceso que actúa sobre la imagen retiniana es el de detección de bordes. En él, la imagen es sometida a un algoritmo que detecta cambios de luminancia mediante el cual se obtiene un mapa de bordes de 1–D. Este es el primer paso, junto al siguiente, encaminado a encontrar áreas conectadas en la imagen y donde más se pone de manifiesto el principio de conexión uniforme, según el cual existe una tendencia a percibir como regiones conectadas aquellas áreas uniformes con respecto a una propiedad de la imagen (luminancia, color, textura, movimiento y disparidad).

El proceso de formación de regiones analiza la imagen a partir del mapa de bordes agrupando aquellas áreas más similares entre sí y más disimilares con respecto al resto. De este análisis se obtiene un mapa de las regiones global en el que ya se distingue la organización perceptual final.

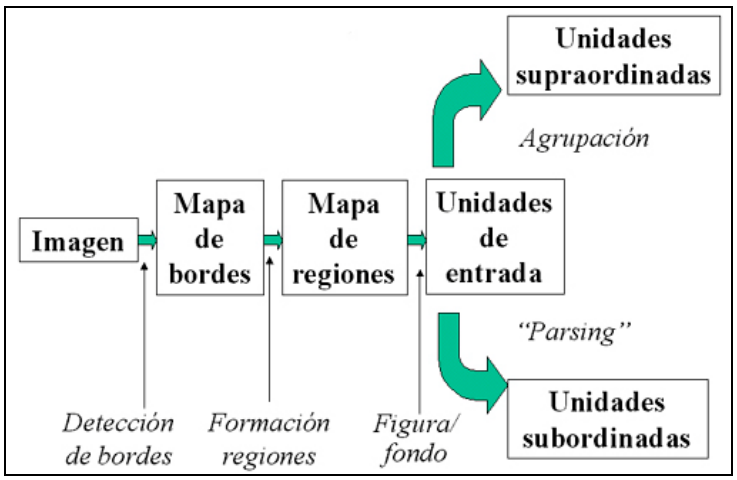


Figura 19 Modelo PALMER y ROCK [PAL94] de la organización perceptual de objetos y escenas

El siguiente paso consiste en la diferenciación de la figura del fondo. Investigaciones clásicas utilizando organizaciones ambiguas de figura/fondo (ver Figura 20) han mostrado que las personas tienden a percibir tan sólo uno de los lados como un objeto con significado. El otro (fondo) ni tan siquiera es recordado, por lo que es posible afirmar que había dejado de ser procesado tempranamente. De estos datos se desprende que las características de la figura que la distinguen del fondo son que tiene significado, está más próxima al observador, está limitada por un contorno y posee una forma definida por el contorno. Asimismo, se han identificado los siguientes como principios sobre los cuales se establece esta distinción, siendo la figura el elemento: delimitado por el otro, de tamaño más reducido, orientado vertical u horizontalmente, de mayor contraste, simétrico, convexo o de formas paralelas. De la convergencia de algunos de estos principios se determina el patrón de imagen donde ya se distingue entre la figura y el resto de la escena.

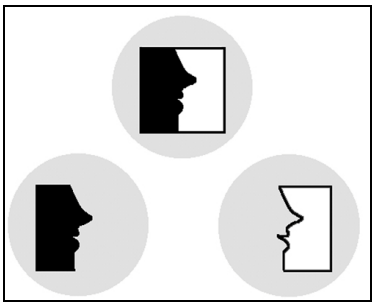


Figura 20 Ejemplo de figuras ambiguas con respecto a la configuración figura/fondo

Este output, que los autores denominan unidades de entrada, es transformado finalmente por los procesos (también llamados "Leyes") de agrupamiento y división para configurar la que será la organización perceptual definitiva de la imagen.

Por un lado, los procesos de división se encargan de diferenciar las diversas partes de una figura, lo que determina mayor coherencia en la organización de la escena. Los autores proponen que la división se establece mediante el análisis de las concavidades profundas: aquellos puntos en los que el contorno se retrae bruscamente hacia el interior.

Por su parte, los principios de agrupación (Figura 21) dan como resultado el que varios elementos de la escena se perciban conjuntamente:

1) **Proximidad**: si dos objetos están cerca el uno del otro y alejados de los otros, tienden a ser percibidos conjuntamente.

2) **Similitud**: los objetos que comparten alguna característica perceptual (color, tamaño, orientación, textura...) tienden a ser percibidos conjuntamente.

3) **Destino común**: los elementos que se mueven en la misma dirección se percibirán agrupados.

4) **Buena continuación**: los elementos que pueden ser vistos como buenas continuaciones del otro tienden a ser percibidos como conjuntamente.

5) **Cierre**: los elementos formando una figura cerrada tienden a ser percibidos como agrupados.

6) **Sincronía**: los elementos visuales que ocurren al mismo tiempo tienden a ser vistos como un conjunto.

7) **Región común**: los objetos colocados dentro de una misma región cerrada se percibirán agrupados.

8) **Conexión entre elementos**: objetos que están conectados por otros elementos tienden a ser agrupados conjuntamente.

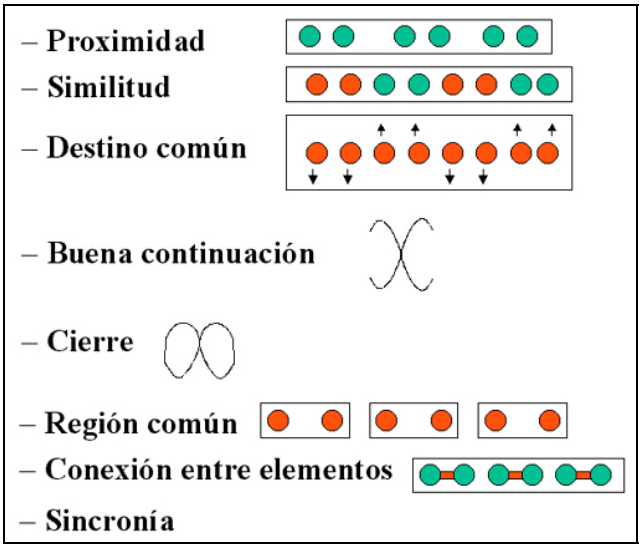


Figura 21 Principios de agrupación perceptual

Los principios de agrupación son el punto del proceso de la organización perceptual que más y mejor puede ser utilizado para el diseño de interfaces. Por ejemplo, imagínese un portal de venta de libros de Internet que quiera ofrecer al usuario la posibilidad de adquirir otros libros relacionados con aquel que ha elegido el comprador. Para que el usuario perciba su compra y la nueva opción como agrupadas, y de esta manera facilitar que siga esas recomendaciones, cabe la posibilidad de presentar los nuevos libros junto con el adquirido (principio de proximidad), con la foto de la portada en un mismo tamaño (principio de similitud)... Lo que no se debería hacer es presentar las recomendaciones en un sitio muy apartado de la presentación del libro adquirido o en un formato de diseño (tamaño de la imagen, tipografía, color de fondo...) muy diferente.

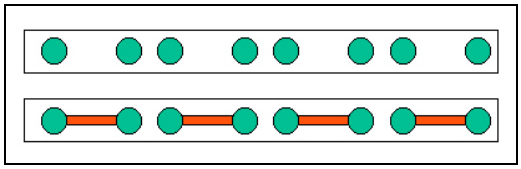


Figura 22 Comparación de la saliencia de los principios de proximidad y conectividad

Aun así hay que tener especial cuidado con su uso conjunto: por norma general cuantos más principios se apliquen coherentemente en una agrupación concreta más facilidad habrá de que el usuario la perciba. Pero si varios principios operan de forma opuesta los resultados deberán ser analizados con mayor detenimiento. Por ejemplo, varios elementos pueden estar organizados conforme al principio de proximidad (Figura 22 superior), pero al incluir el principio de conectividad (Figura 22

inferior), se observa que la agrupación de elementos inducida por la proximidad desaparece y pasa a ser la opuesta (la inducida por la conectividad).

Organización perceptual y la tarea del usuario

La organización de los elementos puede facilitar o entorpecer el trabajo de un usuario sobre la misma. Una idea principal para un buen diseño propuesta por WICKENS [WIC90] es que la organización perceptual de la información debe estar supeditada a cómo el usuario lleve a cabo la tarea sobre la misma. Por ejemplo, para encontrar información a través de un buscador, el usuario utilizará al menos un cuadro de texto y un botón que inicie la búsqueda. Siguiendo la idea de hacer compatibles la organización perceptual y la de la tarea, ambos elementos deberían estar juntos y acorde con la operación mental que el usuario desarrolle sobre las mismas: si se escribe de izquierda a derecha, el botón de inicio debería aparecer a la derecha (ver Figura 23).

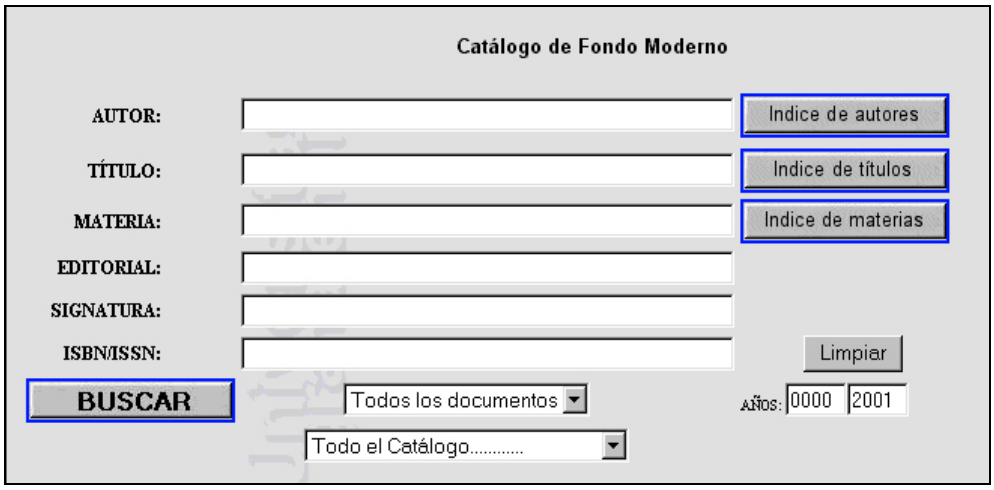


Figura 23 Ejemplo de compatibilidad e incompatibilidad de la organización perceptual y la tarea del usuario

En esta interfaz, la búsqueda de un libro a partir de un único apartado (autor, nombre...) sí cumpliría la idea de compatibilidad, puesto que el botón de búsqueda (p.e. "Indice de autores") se encuentra a la derecha del cuadro de texto, siguiendo la dirección por donde el usuario dirigirá los ojos después de haber escrito el nombre de izquierda a derecha. Sin embargo, la búsqueda por varios campos (mediante el botón "Buscar") es incompatible con la disposición del botón correspondiente, que se encuentra en el margen inferior izquierdo de la interfaz.

Percepción de la Profundidad

La percepción de la profundidad no ha sido un campo de estudio relevante para la IPO hasta el comienzo de los desarrollos de realidad virtual y los entornos 3D. En este tipo de sistemas, la pretensión que se quiere dar al usuario de realismo implica la necesidad de implementar la perspectiva en entornos que tradicionalmente han sido 2D. Pero en principio no debería haber ningún problema en que una imagen plana produjera la sensación de perspectiva, ya que el proceso de percepción de la profundidad se produce a partir del análisis de la imagen retiniana que es bidimensional en sí. Así, dentro de la imagen 2D deben existir claves que informen de la profundidad de la escena. La concurrencia de varias claves de profundidad facilitará una mejor percepción de profundidad. Estas claves pueden venir dadas por la imagen o por la propia estructura del sistema visual.

Dentro del primer grupo, una de las claves más relevantes es el gradiente de textura: la frecuencia con la que se alternan las proyecciones de los elementos sobre la superficie de la escena se incrementa a medida que se aleja la imagen. Podemos observar con claridad este efecto en la Figura 24. En una rejilla vista desde arriba la alternancia de elementos (cuadrados de colores) en la superficie es la misma para todos ellos. Cuando nos situamos en el cuadrado amarillo (Figura 24b), tal y como

estaría una persona de pie sobre una superficie, los cuadrados del tablero se van alternando cada vez con mayor frecuencia a medida que dirigimos la mirada hacia el elemento azul situado al fondo de la escena.

Cuando la persona está en movimiento, esta clave no varía (algo que no siempre ocurre con el resto de claves disponibles, como se verá a continuación). A medida que nos desplazamos sobre una superficie, la información proporcionada por la textura permanece constante, lo que la convierte en una clave muy fiable.

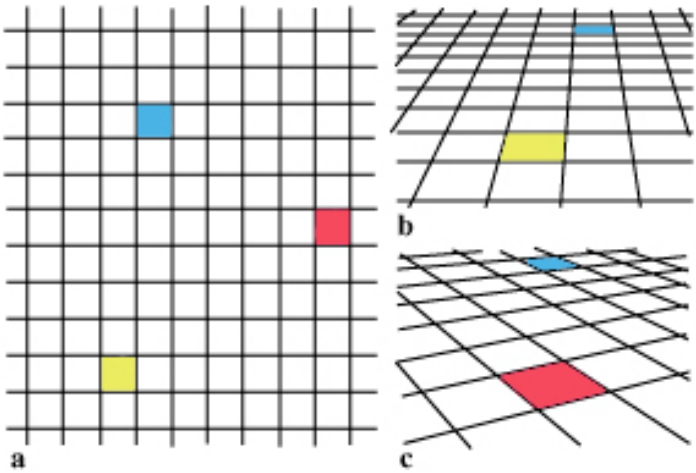


Figura 24 En las imágenes b) y c) podemos observar el efecto del gradiente de textura

Otras claves de la imagen que también se han señalado como relevantes para la percepción de profundidad son:

- **Superposición**: los objetos más próximos cubren a los más lejanos.
- **Tamaño relativo**: de dos objetos similares el más grande suele estar más próximo al observador.
- **Altura relativa**: los elementos situados a mayor altura en el campo visual suelen percibirse como más lejanos.
- **Perspectiva aérea**: cuanto más alejado esté un objeto, se percibirá más borroso y azulado, debido entre otras causas a la existencia de mayor número de partículas en el aire entre el observador y el objeto.
- **Tamaño familiar**: si se conoce previamente el tamaño de los objetos, ante una escena en la que se vean a todos del mismo tamaño se percibirá al más pequeño como más cercano.
- **Perspectiva lineal**: líneas paralelas reales (p.e. una vía de tren) o imaginarias convergen a medida que se distancian del observador.

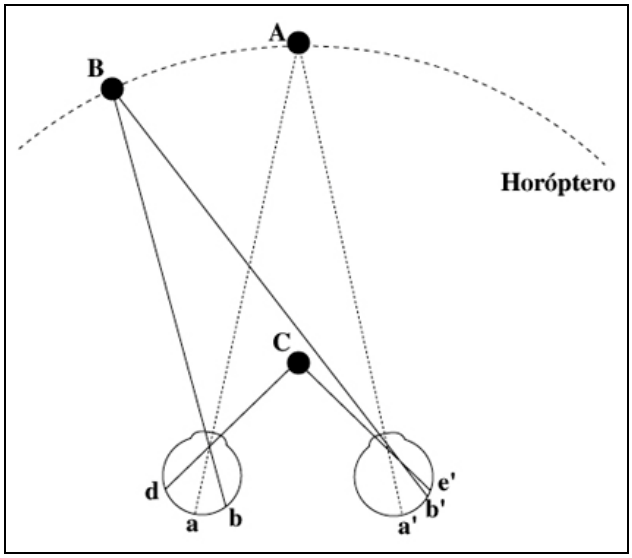


Figura 25 Ejemplo de disparidad binocular. Ver la explicación en el texto

El propio sistema visual también proporciona sus propias claves de profundidad. De entre ellas una de las más relevantes es la disparidad binocular. La separación entre los dos ojos hace que recibamos simultáneamente dos imágenes sensiblemente diferentes. Las leves diferencias entre las imágenes se computan conjuntamente debido a la existencia de puntos retinianos correspondientes: localizaciones de cada retina que se solaparían si ambas se interpusieran (puntos a y a', b y b' en la Figura 25). Al mirar un objeto (p.e. elemento "A" en la Figura 25) los puntos retinianos de la imagen son correspondientes, al igual que ocurre con cualquier objeto (p.e. "B") situado en una curva imaginaria que pase por "A" y se extienda alrededor de nuestro campo visual (línea llamada horóptero). Si un elemento no está situado sobre el horóptero (p.e. "C"), la proyección sobre las retinas se produce en puntos dispares ("d" y "e'" en la Figura 25). La clave de disparidad binocular dice que cuánto más lejos esté un objeto del horóptero, mayor será el grado de disparidad entre los puntos retinianos.

Las diferencias en la estimulación de ambas retinas ha sido utilizada para la implementación de sistemas tradicionales de visión 3D. El efecto de tridimensionalidad se consigue proyectando por separado a cada retina imágenes levemente diferenciadas (como se produce en la visión real) utilizando para ello instrumentos de filtrado como las conocidas gafas 3D.

Otras claves proporcionadas por la configuración del sistema visual son:

- **Paralaje de movimiento**: cuando la persona está en movimiento, los objetos más próximos pasan más rápido por el campo visual que los más lejanos (quizá hayamos experimentado este efecto al viajar en tren y mirar por la ventana). Este fenómeno se explica a partir del cambio en la posición retiniana de los objetos. Si miramos la Figura 26, podemos observar que al moverse el ojo de la posición 1 a la 2, la distancia entre los puntos retinianos en los que se refleja el objeto más cercano A es mucho mayor (de a1 a a2) que la del objeto lejano B (de b1 a b2).

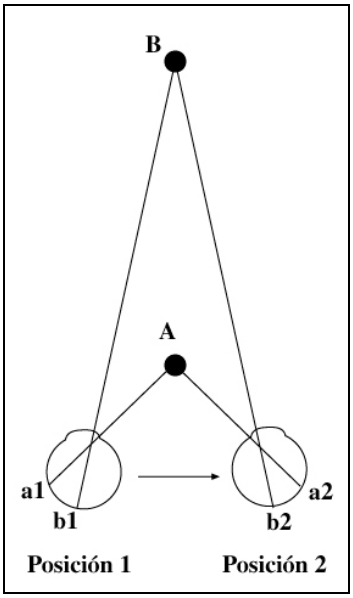


Figura 26 Ejemplo de paralaje de movimiento

- **Acomodación y convergencia**: estas claves se producen a raíz de la actividad de los músculos del sistema visual. La acomodación consiste en el progresivo aplanamiento de las lentes del ojo a medida que el objeto percibido está más alejado. La convergencia se refiere al hecho de que a medida que un objeto se acerca al observador los ojos rotan hacia dentro (convergen).

Percepción y reconocimiento de Objetos

La percepción de objetos, como la de la profundidad, también es un tema de especial relevancia para la implementación de sistemas de realidad virtual. Analizar cómo el sistema cognitivo reconoce objetos permite al ingeniero conocer aquellas características esenciales para el diseño de objetos que van a facilitar que éstos sean reconocidos por el usuario.

La identificación de elementos es un proceso complejo. Esto se debe a que la imagen del objeto que se proyecta sobre la retina cambia constantemente a medida que nos movemos (o se mueve aquél). Además, con frecuencia esta imagen ni siquiera es completa, ya que suelen haber elementos intermedios que ocultan parte del objeto que se quiere reconocer. Por este motivo, el sistema perceptivo utiliza dos vías para acceder a las llamadas unidades de reconocimiento, donde se almacena la información que la persona tiene del objeto. Estas dos vías son la de la representación centrada en la persona y la de la representación centrada en el objeto.

La representación centrada en la persona es una descripción de aquello que hay alrededor del observador desde el punto de vista en que éste se encuentra. Esta representación se realiza a partir del análisis de los geones, término con el que se denomina a las unidades volumétricas básicas en las que se componen los objetos. Los geones se caracterizan por:

1) Son unidades con volumen o profundidad.
2) Son el resultado de la rotación de uno o más contornos sobre un eje espacial, lo que las convierte en unidades de fácil computación para el sistema perceptual.
3) Pueden describirse de acuerdo a una serie de características no accidentales similares a los contornos que el objeto proyecta sobre la retina.

Imaginemos un objeto como un teléfono móvil esquematizado en la Figura 27. Ese elemento se podría descomponer a partir de los geones que aparecen a su derecha.

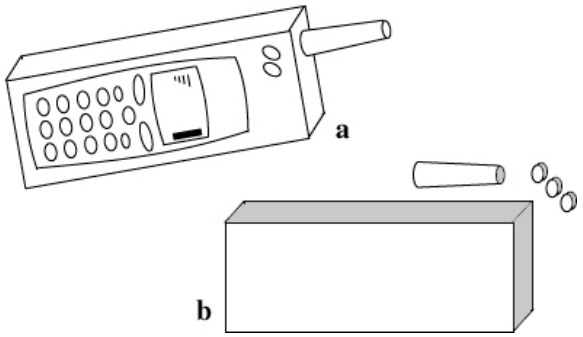


Figura 27 Representación esquemática de un elemento (a) y sus posibles geones (b)

Las características no accidentales de los geones mantienen una relación casi–invariante con respecto a la representación retiniana de un objeto. Esto las convierte en una clave muy fiable a la hora de reconocer objetos. Algunas de las características no accidentales más comunes son (Figura 28):

1) **Rectitud – curvatura**: los geones se pueden estructurar mediante combinaciones de líneas rectas o curvas.
2) **Coterminación – no coterminación**: algunos de los contornos confluyen en un mismo punto.
3) **Forma de la coterminación**: generalmente suelen ser 3 los contornos que confluyen.
4) **Proyección paralela**: algunos contornos de los geones se proyectan en paralelo.

El sistema perceptivo no necesita disponer de todas las características no accidentales para reconocer un objeto. De hecho, como, ya se comentó, con frecuencia no se dispone de la imagen completa del elemento y por tanto tampoco de todas sus características no accidentales.

Pero la representación generada desde el punto de vista del observador no puede siempre por sí sola determinar el objeto percibido. Por ejemplo, un mismo objeto situado en dos orientaciones diferentes puede tener una relación diferente entre sus geones (por ejemplo, porque uno de ellos oculte levemente a otro que antes sí era percibido en su totalidad). Así, es necesario que el sistema cognitivo también procese la llamada "representación centrada en el objeto". Esta es una descripción de los elementos de la escena independiente de las condiciones en las que se de la observación. En este tipo de representación, los geones se alinean respecto al eje principal del objeto, llamado eje de elongación, que iría de un extremo a otro del geón. De esta forma es fácil comparar la similitud entre geones iguales orientados en diferentes direcciones.

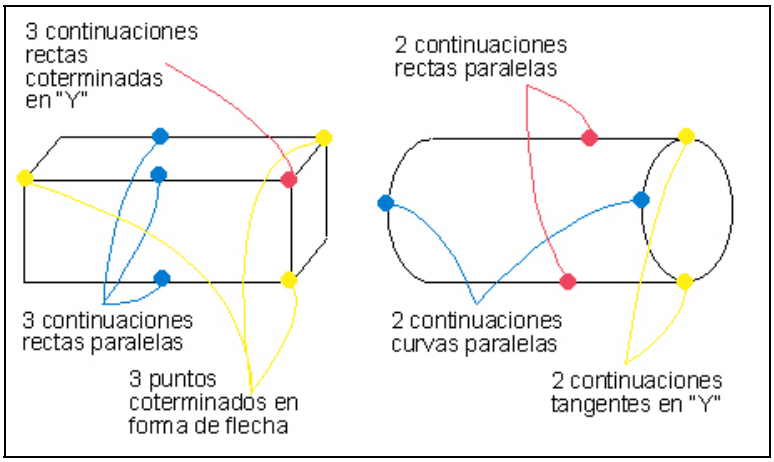


Figura 28 Características no accidentales de dos geones

Con el análisis complementario de ambos tipos de representaciones, el sistema perceptual dispone de la suficiente información para acceder a la información que se conoce del objeto. Esta se almacena en la memoria semántica, en las llamadas unidades de reconocimiento. Con el acceso a estas unidades se concluye el proceso de reconocimiento del objeto.

Como el lector habrá podido advertir, el reconocimiento de objetos requiere de que se haya percibido la profundidad de la escena, debido al carácter volumétrico de los geones. Asimismo, el proceso debe ser posterior al análisis de la organización perceptual del entorno, puesto que se requiere que se hayan delimitado las áreas correspondientes a figuras concretas para así saber que se está ante un objeto.

Percepción y Atención

Al trabajar sobre una interfaz, el usuario recibe con frecuencia mayor información de la que puede procesar al mismo tiempo. No hace falta más que ver la página principal de un portal de Internet para comprobar que nos es imposible acceder al mismo tiempo a toda la información que se nos presenta. La atención funciona como el filtro que permite restringir qué información va a ser analizada en cada momento, evitando así una posible saturación del sistema cognitivo. La relación entre atención y percepción es muy estrecha, en la medida en que solemos atender aquello que nos interesa percibir y normalmente se percibe aquello que a lo que se atiende.

Una pregunta clave para el diseño de interfaces es saber qué determina la atención de un usuario, ya que de esa manera es posible adecuar los contenidos de tal forma que sean más fácilmente atendidos. Se sabe que la atención se puede modular tanto desde el ambiente como por el propio usuario. Así, lo que entendemos por un estímulo "llamativo" (por ejemplo una imagen con colores brillantes) nos atraerá

más la atención que otro más sobrio. Pero incluso más importante puede llegar a ser la atención que venga dirigida por la persona. La medición de ésta última en entornos informáticos se suele realizar mediante el registro de los movimientos oculares del usuario mientras navega por la interfaz. El dato más sorprendente es que las personas no rastreamos la totalidad de la imagen, sino que normalmente nos centramos en aquellas áreas de alto contenido informativo. A partir del análisis particular de esas regiones, la persona se hace una idea de qué es lo que tiene en frente. Por ello, es normal que el usuario pueda dejar de percibir grandes áreas de la imagen que han resultado ser poco informativas.

Un ejemplo de este fenómeno lo encontramos en el llamado "Ceguera al banner": los usuarios con frecuencia no prestan atención a los banners que aparecen en la parte superior de las páginas web. En un experimento, BENWAY [BEN98] pidió a los usuarios que buscaran información de unos cursos sobre Internet en una página concreta. Se pudo comprobar que las personas pasaban por alto un banner colocado en lo alto de la página que les informaba sobre el tema que debían buscar (ver Figura 29). La acción más común fue rastrear las opciones de los menús de la página, que aunque también conducían a la misma información llevaban más tiempo que mediante el uso del banner.

Figura 29 Banner utilizado en el experimento sobre "Ceguera al banner"

Los usuarios parecen haber constatado a través de la navegación que los banners superiores normalmente contienen publicidad, por lo que sistemáticamente parecen evitar prestarles atención (como en el conocido zapping televisivo). También es interesante recalcar que pese a que el banner se diseñe como un estímulo "llamativo", el usuario sigue sin atenderlo: en este caso la modulación de la atención por parte de la persona se impone a la "llamada de atención" por parte del estímulo "llamativo".

Por otro lado, la atención puede optar por dos formas dependiendo de la cantidad y tipo de estimulación y los objetivos de la persona. En lo que se entiende como atención selectiva, un usuario puede focalizar toda su atención en un elemento obviando la información que provenga de otros canales perceptivos. Aunque con menor efectividad, también es posible bloquear una información de un mismo canal perceptivo, como por ejemplo de un oído mientras se escucha atentamente por el otro. Pero esta capacidad se ve matizada por el tipo y cantidad de estimulación que se reciba. En general, cuando más diferente (perceptiva, semánticamente...) sea la información que se quiere atender de la que se quiere bloquear, más fácil será llevar a cabo la atención selectiva. Por ejemplo, si se quiere buscar un icono concreto en el escritorio de Windows para lanzar un programa, esta tarea será más fácil si el resto de iconos se diferencian en gran medida del que se busca y entre ellos son muy similares.

En segundo lugar, se habla de atención dividida para hacer referencia a la posibilidad de prestar atención por dos canales perceptivos o a dos elementos dentro del mismo simultáneamente. Esta capacidad es mucho más difícil que la anterior, y tan sólo se ha demostrado experimentalmente trabajando con información muy sencilla o familiar.

Percepción y acceso al conocimiento

Conocimiento a través de las imágenes: el uso de iconos

Cuando una persona lee un texto accede al conocimiento que tiene almacenado en la memoria semántica a través de la transformación fonológica de las palabras.

Este proceso lleva un tiempo determinado y puede verse interferido por numerosos factores, como por ejemplo que la codificación fonológica produzca un output de sonido similar pero de significado distinto (leer "word" y acceder al conocimiento de "work").

Las personas también podemos acceder a la información almacenada en la memoria a través de otras vías, como por ejemplo a través de imágenes [NAV01]. Por ejemplo, al percibir un dibujo representando una impresora no es necesario acceder al código fonológico de la misma para recuperar su significado. Por ese motivo los iconos (imágenes) permiten un acceso directo y más rápido a la información semántica del objeto representado. De hecho, con frecuencia la presentación de un icono para representar un objeto sencillo es mejor incluso que la inclusión del mismo icono y la palabra correspondiente. En este último caso, los procesos de codificación de la palabra ralentizan el acceso a la información representada y entorpecen la tarea.

La superioridad de la imagen sobre la palabra ha hecho que se investigue su uso en contextos informáticos a través de los iconos. Algunas de las recomendaciones para su utilización aparecen a continuación.

- La diferencia entre el objeto real y el objeto representado debe ser la menor posible. Una diferenciación pequeña sería la que existe entre el objeto "impresora" y el icono que representa la acción de "imprimir". Por el contrario, una diferencia muy grande sería la existente entre el objeto "inicio" y el icono que lo representa en algunos navegadores (una casa, aunque en este caso venga del objeto "home" inglés, que se usa para denominar las páginas de inicio) (ver Figura 30). En este último caso el coste de interpretación del icono es demasiado alto en comparación con la lectura de la etiqueta de texto.

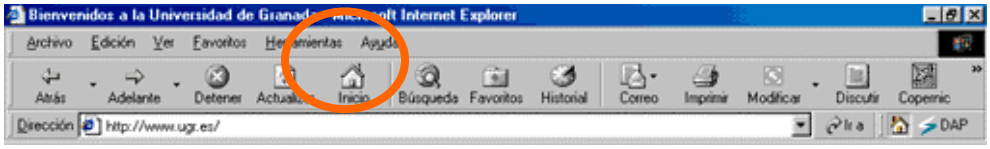


Figura 30 Icono con una diferencia elevada entre el objeto real y el que representa

- Los iconos se deben presentar en la misma posición a lo largo de todas las pantallas. La disponibilidad de los iconos en el mismo lugar facilita el aprendizaje de su uso a través de la navegación por diferentes pantallas, y en algunos casos puede incluso a hacer que se reduzcan los tiempos de identificación en aquellos iconos muy diferenciados de su objeto real.
- Los iconos deben ser fácilmente discriminables. En este sentido, un icono no sólo debe ser perceptible sin dificultad, si no que también se debe poder diferenciar del resto de iconos existentes.
- Se debe evitar que los iconos tengan varias interpretaciones. En ocasiones un icono se puede interpretar de varias formas, llegando en casos extremos a ser en el sentido opuesto al que se pretendía. Por ejemplo, en el caso de una flecha hacia la derecha se puede entender fácilmente como una flecha apuntando a un sitio o como un indicador de puesta en marcha de un reproductor de vídeo.

Estas indicaciones se han encontrado útiles a la hora de representar objetos u acciones sencillas, como la de "imprimir" o "buscar". Pero a la hora de representar acciones más complejas, la superioridad del icono con respecto al texto desaparece. En estos casos, es aconsejable el uso de ambos tipos de representación: icono y texto, ya que ambas producirán mejores resultados que por separado. Por ejemplo, en algunas webs de museos se ofrece la posibilidad de realizar una visita guiada por los fondos del mismo. La complejidad de la sentencia "Visita guiada por el museo" hace que sea difícil su interpretación únicamente mediante un icono. El uso de ambas representaciones es apropiado en estos casos.

Conocimiento de la función de los objetos: las Affordances

Cuando se elabora una interfaz, el diseñador desea que los usuarios conozcan la función que van a desempeñar los distintos objetos de la misma. Por ejemplo, de nada sirve incluir un hipervínculo a través de una imagen si el usuario desconoce que pinchando sobre ella va a poder acceder a una nueva pantalla.

Tradicionalmente se ha pensado que los humanos únicamente percibimos la función de un objeto a partir de lo que se podría llamar una inferencia: primero se reconoce el objeto (p.e. la barra espaciadora), a continuación se categoriza (p.e. elemento de un teclado) para acabar accediendo al conocimiento de su función (p.e. pulsarlo para obtener un espacio en blanco en el texto).

Pero esta, aunque cierta en muchos casos, no es la única forma de acceder a la información de la función de un elemento. Una forma de acceso más rápida es la que se conoce con el nombre de affordances. Las affordances son las funciones de un objeto que el observador percibe directamente a partir de su imagen. De esta manera, el objeto no tiene que ser ni reconocido ni categorizado para que su función se haga manifiesta. Así, para seguir con el ejemplo anterior, un usuario al percibir una barra espaciadora, la primera impresión que tiene es la de estar ante un objeto "para ser presionado".

Para maximizar la efectividad de las affordances es necesario que éstas cumplan una serie de requisitos:

- **Forma funcional**: la correspondencia entre la forma del objeto y su función (affordance) debe ser lo más transparente posible. Por ejemplo, para que un objeto presente la affordance de "ser presionado", debe estar representado de tal forma que dé la sensación de tener volumen sobre una superficie. Podemos ver este efecto comparando las siguientes interfaces (Figura 31).

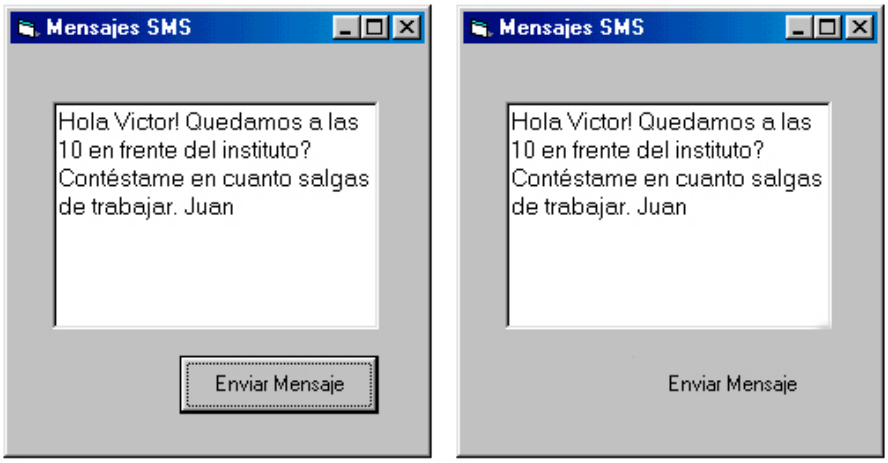


Figura 31 Ejemplos de elementos (Enviar Mensaje) con y sin la affordance "objeto para ser presionado – hacer click"

  Mientras que la interfaz de la izquierda presenta el elemento "Enviar Mensaje" rodeado de un rectángulo que asemeja tener volumen, la de la derecha no dispone del mismo, con lo que los usuarios tardarán más tiempo en darse cuenta de su función.

  Del mismo modo, las affordances tienen que ser visibles al usuario. Elementos como los "links emergentes" que tan solo aparecen cuando el usuario sitúa encima 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. Por ejemplo, un botón para acceder a un menú oculto que se identifique con una flecha señalando a abajo, deberá presentar el menú desde ese punto y hacia abajo.

- **Relatividad del observador**: un problema de las affordances es que no suscitan la misma función a todo tipo de población. Por ejemplo, un banco en un parque puede presentar el affordance "sentarse en él" para un anciano, y "escalarlo" para un niño pequeño. Este fenómeno puede ser utilizado en la comunidad de la IPO para crear estándares de affordances homogéneos para determinados objetos. Por ejemplo, todo usuario novel de Internet aprende en sus primeros pasos que un texto de color azul y subrayado puede ser pinchado y que le conducirá a una nueva pantalla. A partir de ese momento, el texto–azul–subrayado adquiere la affordance de "hipervínculo" para esa persona. En la medida en que este tipo de estándares se extiendan por la comunidad de la IPO, se maximizarán los beneficios de contar con affordances compartidas por toda la población.

6 Memoria

La memoria humana participa prácticamente en todos los actos de la interacción de la persona con el ordenador. Un ejemplo muy común lo encontramos cuando un usuario quiere seleccionar una opción en un menú y debe recordar primero el nombre que recibe esa opción en la interfaz, y segundo en qué menú de los disponibles se encuentra (mientras mantiene activo el nombre de la opción). Que la interfaz esté diseñada a partir del estudio derivado de las estructuras y procesos de la memoria humana podrá agilizar el trabajo que el usuario realice sobre la misma.

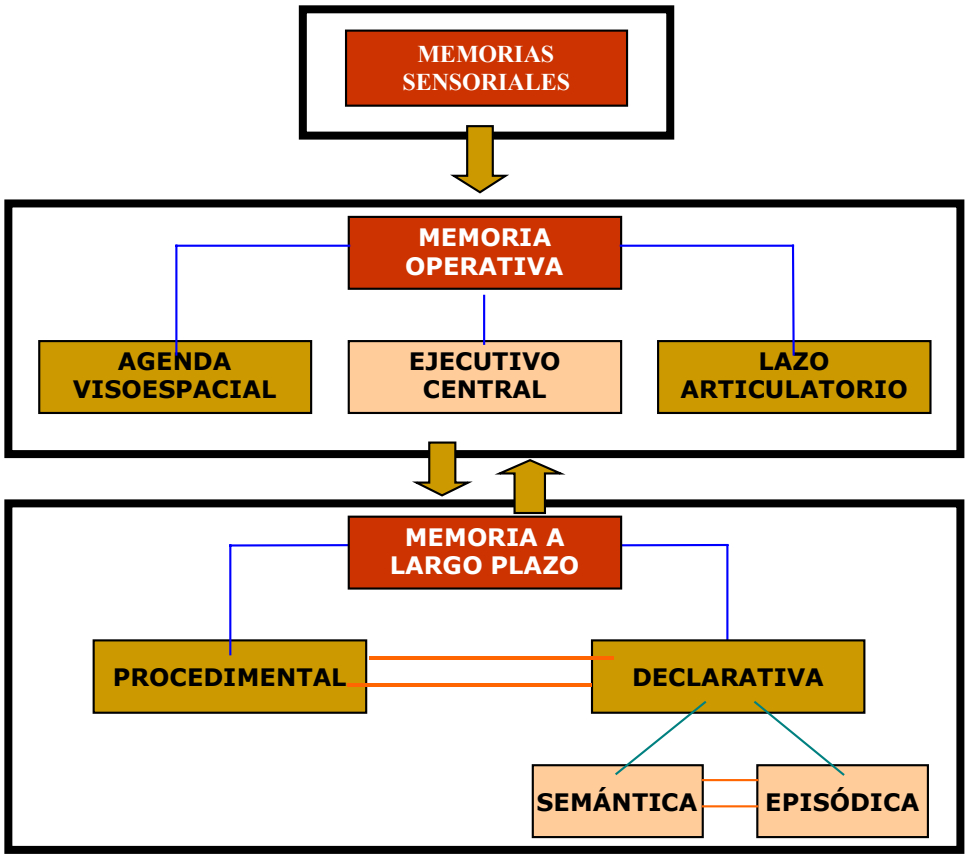


Figura 32 Diferentes sistemas y subsistemas de la memoria humana [SCH94]

La memoria se divide en una serie de sistemas [SCH94], cada uno con diferentes funciones, como p.e. almacenar información por unos pocos segundos o para toda la vida, información conceptual o eventos de la vida cotidiana, etc. Los sistemas de memoria que se van a tratar a continuación son (ver Figura 32): memoria sensorial, Memoria Operativa (también llamada memoria a corto plazo) y memoria a largo plazo (declarativa y procedimental).

Memoria sensorial

Las memorias sensoriales se consideran una serie de almacenes de información proveniente de los distintos sentidos que alargan la duración de la estimulación. Esto facilita su procesamiento en la Memoria Operativa. Los almacenes más estudiados han sido los de los sentidos de la vista y el oído.

El almacén icónico se encarga de recibir la información visual. Se considera un almacén de gran capacidad en el cual la información almacenada es una representación isomórfica de la realidad de carácter puramente físico y no categorial (aún no se ha reconocido el objeto). Esta estructura es capaz de mantener 9 elementos aproximadamente, por un intervalo de tiempo muy corto —alrededor de 250 milisegundos— [SPE60]. Los elementos que finalmente se transferirán a la Memoria Operativa serán aquellos a los que el usuario preste atención.

Para demostrar la existencia de la Memoria Sensorial Icónica, GEORGE SPERLING, un profesor de la Universidad de Harvard, realizó un experimento utilizando una técnica que se conoce como 'Informe Parcial'. SPERLING estaba convencido de que cuando miramos lo que está delante de nosotros, somos capaces de ver más cosas de las que podemos recordar, pero olvidamos la mayoría de ellas durante el tiempo que tardamos en informar lo que hemos visto.

El experimento constaba de dos partes. En la primera, a los sujetos se les presentaba un conjunto de 12 elementos (letras o dígitos) durante un tiempo de exposición de 50 ms, como puede verse en la fase 1 de la Figura 33. Cuando las letras desaparecían, tenían que recordar todas las que pudieran. Sperling observó que el promedio de recuerdo en personas normales era de 4,5 letras.

En la segunda parte, después de la primera fase, cuando las letras desaparecían, los sujetos oían un tono de alta, media o baja frecuencia. Se les instruía para que dependiendo del todo recordasen sólo una fila. De esta manera, si el tono era alto debían recordar la fila superior, si era medio la fila del medio y si era bajo la fila inferior. Antes de la presentación de las letras, no sabían que tono oirían. Finalmente, en la tercera fase, debían recordar la fila indicada por el tono.

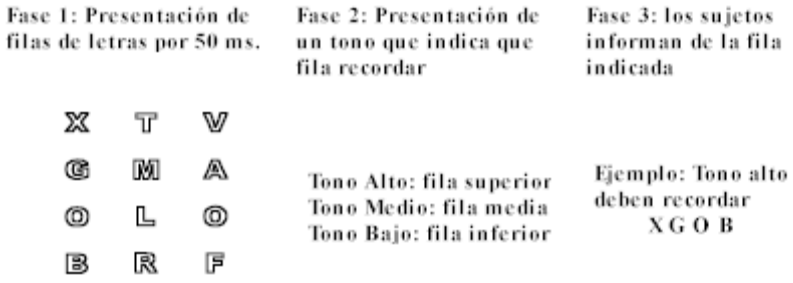


Figura 33 Estímulos y procedimiento en el experimento de SPERLING [SPE60]

SPERLING razonó que si, como se observaba en la primera parte del experimento, los sujetos podían recordar 4,5 letras, ahora recordarían 1,5 letras por fila. Sin embargo, los resultados fueron bien distintos. Los sujetos podían recordar entre 3 y 4 letras de una sola fila. Si consideramos que no se les informaba de qué tono oirían antes de ver las letras, podemos interpretar que deberían tener almacenadas en su memoria de 9 a 12 letras para después informar solo de aquellas que el tono les indicaba.

Con este experimento, SPERLING demostró que después de un rápido vistazo almacenamos más información de la que podemos informar. Lo que ocurre es que mientras que estamos diciendo las letras, olvidamos las demás.

En un experimento posterior, SPERLING estableció que la duración de la Memoria Sensorial es de aproximadamente 250 ms. Después de este tiempo, si la información no es transferida a la Memoria Operativa desaparece.

Los experimentos de SPERLING aportaron evidencia experimental a favor del registro sensorial icónico. Sus estudios se basaban en la presentación de un conjunto de estímulos (números o letras) durante un breve intervalo de tiempo (50 mseg.), tras el cual los sujetos informaban inmediatamente sobre la cantidad de estímulos que recordaban. Esta técnica de recogida de datos (informe total), fue modificada a lo largo de sucesivos experimentos de manera que los sujetos informaban sobre la cantidad de recuerdo durante el intervalo de presentación (informe parcial, ver Figura 34). Los sujetos eran capaces de recordar más de esta forma (9 estímulos aproximadamente).

El almacén ecoico, por su parte, mantiene almacenado los estímulos auditivos hasta que el receptor haya recibido la suficiente información para poder procesarla definitivamente en la Memoria Operativa. Este intervalo temporal es de corta duración, pudiendo diferenciarse entre el almacenamiento de sonidos —250 milisegundos— y de palabras con significado —2 o más segundos.

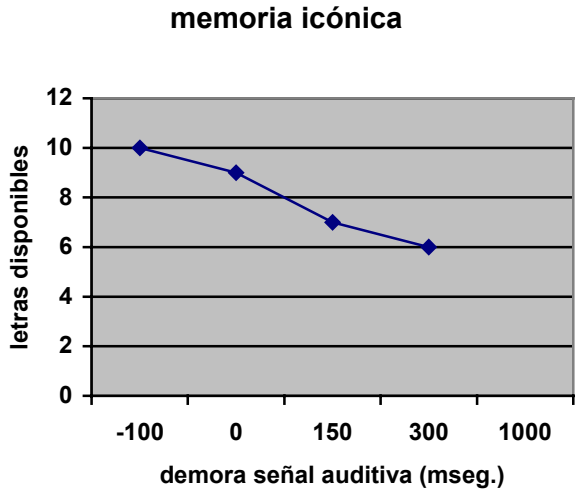


Figura 34 Recuerdo de letras en el informe parcial en relación a la demora de la señal auditiva

Memoria Operativa

La Memoria Operativa (también llamada memoria operativa o memoria a corto plazo) es el sistema donde el usuario maneja la información a partir de la cual está interactuando con el ambiente. Aunque esta información es más duradera que la almacenada en las memorias sensoriales, está limitada a aproximadamente 7±2 elementos durante 20” si no se repasa.

Esta limitación de capacidad se pone de manifiesto en los efectos de *primacía* y *recencia*. Cuando a las personas se les presenta una lista de elementos (palabras, dibujos, acciones...) para que sean memorizados, al cabo de un breve lapso de tiempo recuerdan con mayor facilidad aquellos ítems que se presentaron al principio (*primacía*) y al final (*recencia*) de la lista, pero no aquellos intermedios. El efecto de *primacía* disminuye al aumentar la longitud de la lista, pero no así el de *recencia* (ver Figura 35). La explicación que se da a estos datos es que las personas pueden repasar mentalmente los primeros elementos hasta almacenarlos en la memoria a largo plazo (que se explicará a continuación), a costa de no poder procesar los elementos intermedios. Los últimos ítems, por su parte, permanecen en la Memoria Operativa tras finalizar la fase de aprendizaje, por lo estarían accesibles a la hora de recordar la lista.

Las funciones generales de este sistema de memoria abarcan la retención de información, el apoyo en el aprendizaje de nuevo conocimiento, la comprensión del ambiente en un momento dado, la formulación de metas inmediatas y la resolución de problemas. Debido a las limitaciones de capacidad cuando una persona realice una determinada función las demás no se podrán llevar a cabo en ese momento.

La Memoria Operativa está formada varios subsistemas (ver Figura 34): un sistema supervisor (el Ejecutivo Central), y dos almacenes secundarios especializados en información verbal (el Lazo Articulatorio) y visual o espacial (la Agenda Visoespacial).

El Ejecutivo Central coordina los recursos del sistema y los distribuye por diferentes almacenes llamados esclavos según la función que se pretenda llevar a cabo. Se centra, por lo tanto, en tareas activas de control sobre los elementos pasivos del sistema, en este caso los almacenes de información.

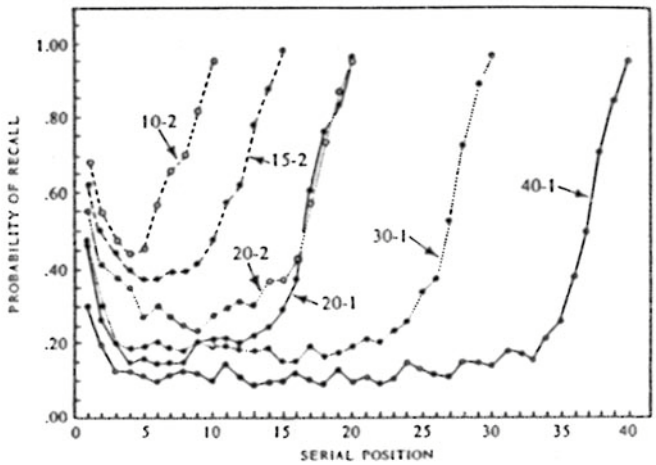


Figura 35 Curvas de posición serial para el recuerdo libre de listas de 10, 15, 20, 30 o 40 palabras cada una presentada durante 1 o 2 segundos para su estudio (Ej. 15–2 se refiere a 15 palabras presentadas durante 2 segundos)

REFCOMFORMATOEl Lazo Articulatorio, por su parte, se encarga del almacenamiento pasivo y mantenimiento activo de información verbal hablada. El primer proceso hace que la información se pierda en un breve lapso de tiempo, mientras que el segundo (repetición) permite refrescar la información temporal. Además, es responsable de la transformación automática del lenguaje presentado de forma visual a su forma fonológica (proceso que se vio anteriormente en el apartado de percepción), por lo que a efectos prácticos procesa la totalidad de la información verbal. Esto se demuestra cuando se trata de recordar una lista de letras presentadas de forma visual o auditiva: en ambos casos una lista de palabras de sonido semejante es más difícil de recordar que una en la que éstas no sean tan parecidas. Asimismo, la capacidad de almacenamiento del Lazo Articulatorio no es constante como se creía (el clásico 7 ±2), sino que disminuye a medida que las palabras a recordar son más largas.

Finalmente, la Agenda Visoespacial es el almacén del sistema que trabaja con elementos de carácter visual o espacial. Como el anterior, su tarea consiste en mantener este tipo de información. La capacidad de almacenamiento de elementos en la Agenda Visoespacial se ve afectada —como en el Lazo Articulatorio— por la similitud de sus componentes, siempre y cuando no sea posible *traducir* los elementos a su código verbal (p.e. porque el Lazo Articulatorio esté ocupado con otra tarea). Así, será más difícil recordar un pincel, un bolígrafo y un lápiz que un libro, un balón y un lápiz.

Se ha investigado cómo la limitación de recursos de la Memoria operativa afecta a la ejecución de varias tareas simultáneas. En las investigaciones de este tipo se demanda a las personas que realicen una tarea principal (p.e. escribir un artículo) y de otra secundaria (p.e. escuchar una canción) al mismo tiempo. Si la tarea principal se realiza peor que cuando se hace en solitario, se puede constatar que ambas tareas comparten recursos. En líneas generales el rendimiento en tareas simples empeora cuando éstas requieren la participación de un mismo almacén secundario (p.e. escribir un texto y atender a lo que se dice en la canción) pero no cuando los ejercicios se llevan a cabo de forma separada en los dos almacenes o subsistemas (p.e. escuchar una noticia y ver unas imágenes por televisión). Cuando la complejidad de las tareas aumenta y se requiere el procesamiento de información controla-

do por el Ejecutivo Central la ejecución en ambas tareas se ralentiza pero no empeora.

Veamos cómo es posible aplicar este conocimiento al diseño de interfaces. Recientemente están apareciendo páginas web que incluyen música de fondo en un intento de potenciar el atractivo de las mismas. El problema estriba en el hecho de que el habla de una canción, aunque no se esté atendiendo conscientemente, interfiere en aquellos procesos en los que sea necesario trabajar con información verbal, como por ejemplo buscar una sección determinada. Sin embargo, sí es posible presentar un hilo musical sin habla, sin que esto afecte a tareas verbales de la Memoria Operativa.

Un componente interesante del diseño de interfaces que tiene relación la Memoria Operativa es el 'Menú'. Por ejemplo, generalmente el diseñador tiene que elegir entre dos tipos de Menús cuya eficacia está mediada por la capacidad de procesamiento y almacenamiento. Un tipo de menú es el conocido como 'Profundo y estrecho'. En este tipo de menús existen conjuntos de opciones organizados en una jerarquía. La jerarquía tiene muchos niveles y en cada nivel hay pocas opciones. Por el contrario, en el tipo de menús llamados 'Anchos y superficiales' la jerarquía tiene pocos niveles y cada nivel contiene muchas opciones. En la investigación realizada sobre menús visuales presentados en pantallas se ha encontrado que los menús anchos y superficiales son mejores en términos de tiempo y eficacia [KIG84] [PAR88].

Sin embargo, es interesante observar que estos resultados encontrados con interfaces visuales, donde se usan menús visuales, son diferentes a los que se encuentran con los menús auditivos.

Por ejemplo, se ha investigado las interfaces de estilo telefónico que permiten al usuario introducir comandos en un teclado numérico como el de un teléfono o por medio de la voz [HUG97]. La respuesta que recibe el usuario es auditiva, bien sea con voz grabada o sintetizada. Un ejemplo de este tipo de interfaces es el utilizado por la compañía Telefónica en España para su servicio de contestador automático. Para oír los mensajes que tiene el usuario debe descolgar el teléfono y esperar unos segundos. Entonces, una voz le informa del número de mensajes que tiene y comienza a presentarlos uno a uno informando de la hora y día en que han sido recibidos. Después de cada mensaje, la voz ofrece un menú con tres opciones: "Pulse la tecla 1 si quiere volver a escuchar el mensaje; Pulse la tecla 2 si quiere guardar el menaje; Pulse la tecla 3 si quiere borrarlo". Cuando el usuario presiona una tecla, por ejemplo la tecla 3, la voz informa del resultado, "Mensaje borrado". Con algunas compañías telefónicas es posible decir el número en lugar de presionar una tecla. Estas compañías disponen de un programa de reconocimiento de voz que identifica la opción seleccionada por el usuario.

Este tipo de interfaces es cada día más común debido a los avances que se están haciendo en reconocimiento automático y síntesis de voz. Sin embargo, existe un problema relacionado con la capacidad de la Memoria Operativa que ha sido detectado durante la interacción con este tipo de interfaces. El usuario debe mantener en su Memoria Operativa las diferentes opciones del menú y los pasos seguidos en la navegación a través de la jerarquía de menús.

Es un hecho demostrado de que la capacidad de la Memoria Operativa Auditiva es menor que la visual. Por ello los diseñadores de menús de estilo telefónico han sugerido que los menús profundos y estrechos pueden ser mejores porque en cada nivel no se suelen poner más de tres opciones. Sin embargo, esta mejor utilización de la capacidad de la Memoria Operativa se ve contrarrestada por la mayor demanda de recursos de procesamiento que requieren los menús profundos y estrechos. En estos menús las opciones de los niveles superiores están menos relacionadas semánticamente con las opciones de los niveles terminales, a diferencia de lo que ocurre en los menús anchos y superficiales donde las opciones de los diferentes niveles están más relacionadas semánticamente. Por tanto, durante la navegación a través de la jerarquía en los menús estrechos y profundos se necesita mayor capacidad de procesamiento que en los menús anchos y superficiales.

Memoria a Largo Plazo

Este almacén hace referencia a lo que comúnmente se entiende por *memoria*, la estructura en la que se almacenan recuerdos vividos, conocimiento acerca del mundo, imágenes, conceptos, estrategias de actuación, etc.

Es un almacén de capacidad ilimitada (o desconocida) y contiene información de distinta naturaleza. Se considera como la "base de datos" en la que se inserta la información a través de la Memoria Operativa, para poder posteriormente hacer uso de ella.

Una primera distinción dentro de la Memoria a Largo Plazo (MLP), es la que se establece entre Memoria Declarativa y Procedimental. La Memoria Declarativa es aquella en la que almacenamos información sobre hechos, mientras que la Memoria Procedimental nos sirve para almacenar información sobre basados en procedimientos y estrategias que permiten interactuar con el medio ambiente, pero que su puesta en marcha tiene lugar de manera inconsciente o automática, resultando prácticamente imposible su verbalización.

Memoria Procedimental

Puede considerarse como un *sistema de ejecución*, implicado en el aprendizaje de distintos tipos de habilidades que no están representadas como información explícita sobre el mundo. Por el contrario, éstas se activan de modo automático, como una secuencia de pautas de actuación, ante las demandas de una tarea. Consisten en una serie de repertorios motores (mecanografiar, utilizar el ratón...) o estrategias cognitivas (programar en un lenguaje conocido por el usuario, hacer un cálculo) que llevamos acabo de modo inconsciente.

El aprendizaje de estas habilidades se adquiere de modo gradual, a través de instrucciones (declarativo) o por imitación. El grado de adquisición de estas habilidades depende de la cantidad de tiempo empleado en practicarlas, así como del tipo de entrenamiento que se lleve a cabo. Como predice la ley de la práctica, en los primeros ensayos la velocidad de ejecución sufre un rápido incremento exponencial que va enlenteciéndose conforme aumenta el número de ensayos de práctica.

La adquisición de una habilidad lleva consigo que ésta se realice óptimamente sin demandar demasiados recursos atencionales que pueden estar usándose en otra tarea al mismo tiempo, de modo que dicha habilidad se lleva a cabo de manera automática.

La unidad que organiza la información almacenada en la Memoria Procedimental es la *regla de producción* [NEW72] que se establece en términos de condición–acción, siendo la condición una estimulación externa o una representación de ésta en la memoria operativa; y la acción se considera una modificación de la información en la memoria operativa o en el ambiente.

Las características de esta memoria son importantes a la hora de desarrollar una serie de reglas que al aplicarse permitan obtener una buena ejecución en una tarea.

La memoria procedimiental es de una especial relevancia para la IPO. Recodemos que el modelo SOAR y el método GOMS que describimos en el apartado de las arquitecturas cognitivas basan el aprendizaje de una habilidad, como puede ser la interacción, en la adquisición de reglas de producción y su almacenamiento en la memoria procedimiental.

Memoria declarativa

La memoria declarativa contiene información referida al conocimiento sobre el mundo y experiencias vividas por cada persona (Memoria Declarativa), así como información referida al conocimiento general, más bien referido a conceptos extrapolados de situaciones vividas (Memoria Semántica). Tener en cuenta estas dos

subdivisiones de la Memoria Declarativa es importante para entender de que modo la información está representada y es recuperada diferencialmente.

La distinción de Memoria Semántica da cuenta de un almacén de conocimientos acerca de los significados de las palabras y las relaciones entre estos significados, constituyendo una especie de *diccionario mental*, mientras que la Memoria Episódica representa eventos o sucesos que reflejan detalles de la situación vivida y no solamente el significado.

La organización de los contenidos en la Memoria Episódica está sujeta a parámetros espacio–temporales, esto es, los eventos que se recuerdan representan los momentos y lugares en que se presentaron (p.e. qué páginas de una web se han visitado). Sin embargo, la información representada en la Memoria Semántica sigue una pauta conceptual, de manera que las relaciones entre los conceptos se organizan en función de su significado (ver en el apartado siguiente de Representación el tema de redes semánticas).

Otra característica que diferencia ambos tipos de representación se refiere a que los eventos almacenados en la Memoria Episódica son aquellos que han sido explícitamente codificados, mientras que la Memoria Semántica posee una *capacidad inferencial* y es capaz de manejar y generar nueva información que nunca se haya aprendido explícitamente, pero que se haya implícita en sus contenidos (entender el significado de una nueva frase o de un nuevo concepto).

Esta distinción permite estudiar cómo los programadores son capaces de usar códigos de otros programas al escribir uno nuevo, ya que por un lado tienen información semántica sobre lenguajes de programación, tales como algoritmos o conceptos ligados al lenguaje que están utilizando (Memoria Semántica), y al mismo tiempo poseen conocimiento ligado a situaciones anteriores en las que tuvieron que resolver problemas análogos (Memoria Episódica).

7 Representación del conocimiento

Cuando en Psicología usamos la palabra 'Conocimiento' queremos referirnos a la información que nuestro sistema cognitivo tiene almacenada. En nuestra interacción con el mundo hacemos uso de información adquirida por nuestros procesos perceptuales y que está almacenada en nuestra memoria a largo plazo. Aunque es necesario señalar que los términos información y conocimiento no son sinónimos. Podemos decir que información hace referencia al mundo estimular que es externo al sistema cognitivo. El conocimiento es la información que ha sido procesada y almacenada. Para entender la diferencia podemos pensar en el siguiente ejemplo. Dos personas ante el mismo tipo de información pueden terminar teniendo diferente conocimiento sobre un tema. Esto sucede porque el procesamiento de la información supone procesos de abstracción, distorsión, razonamiento, etc., y el output de estos procesos depende de muchos factores que hacen que ante el mismo tipo de información se adquieran diferentes conocimientos.

El conocimiento no está almacenado de forma caótica si no que está organizado en estructuras semánticas que facilitan su adquisición y su recuperación posterior. Por esta razón, gran parte de la investigación sobre memoria a largo plazo humana en los últimos 30 años ha tenido como objetivo identificar estas estructuras organizativas y establecer sus características. Entre todas las estructuras que han sido propuestas e investigadas (ej. Esquemas, categorías, etc.) **los modelos mentales y las redes semánticas** son las que más relevancia tienen para la IPO.

Modelos mentales

Durante el aprendizaje una persona adquiere conocimientos de las relaciones estructurales y el funcionamiento del sistema con el que está interactuando. Los investigadores han llamado a este conocimiento 'Modelo Mental' del sistema [MOR81]

[GEN83] o definen siguiendo a NORMAN [NOR83] como un modelo conceptual del sistema que el usuario tiene y que incluye la representación de su estructura y su funcionamiento.

Dada la importancia de los Modelos Mentales para la IPO, los trataremos como un tema aparte en el siguiente apartado.

Redes semánticas

Las redes semánticas son uno de los tipos de representación mental de nuestro conocimiento a largo plazo.

En una red semántica se supone que las unidades de conocimiento están representada en nodos que están conectados por vínculos que expresan las relaciones semánticas entre ellas.

Dependiendo del tipo de conocimiento, la estructura de las redes puede ser de varias formas. Por ejemplo, puede tener una estructura jerárquica y organizada semánticamente. Cuando estamos hablando de conocimientos sobre categorías generales como *Arte*, los conceptos tendrán vínculos directos con conceptos inmediatamente más específicos como *Literatura* o *Música*, y así sucesivamente. Sin embargo, suponemos que la estructura de las redes semánticas de nuestra Memoria están basadas en la regla de la "similitud semántica".

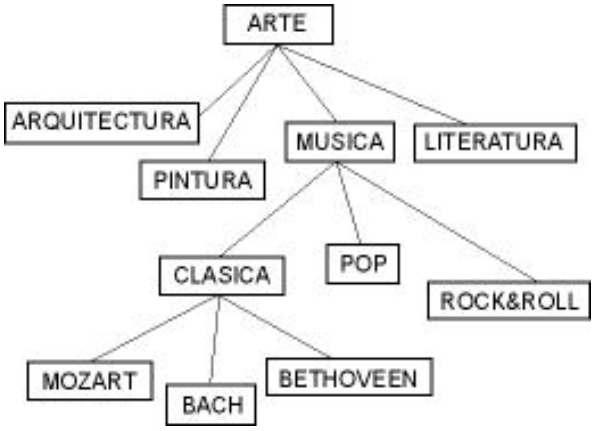


Figura 36 Red semántica simplificada para la categoría Arte sin activación

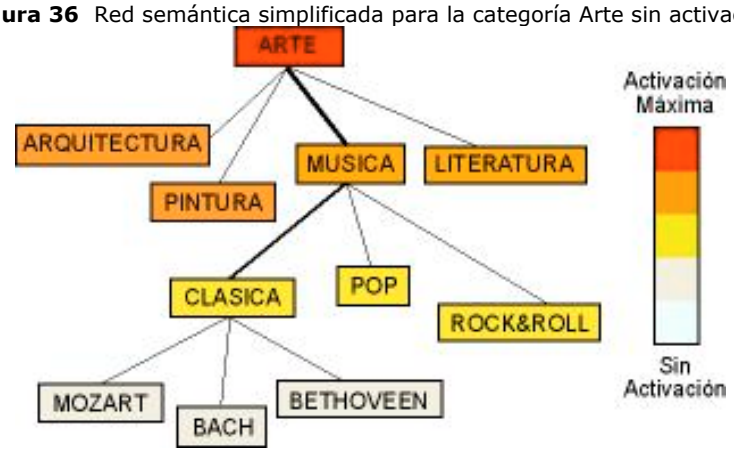


Figura 37 Red semántica simplificada para la categoría *Arte* con el nodo *Arte* activado en la tarea de búsqueda del concepto *Bethoveen*

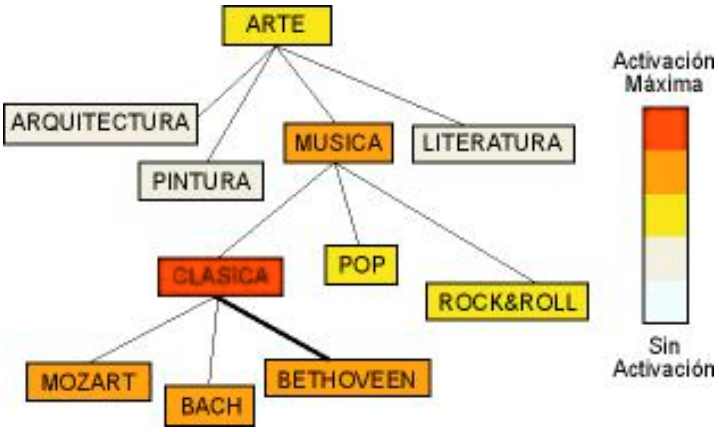


Figura 38 Red semántica simplificada para la categoría *Arte* con el nodo *Clásica* activado en la tarea de búsqueda del concepto *Bethoveen*

En los experimentos de laboratorio se ha encontrado que determinados conceptos se identifican con mayor facilidad a una categoría que otros del mismo nivel jerárquico. Así, "vaca" se identifica más rápidamente que "ballena" como perteneciente a la categoría "mamífero". Asimismo, conceptos de otras categorías son considerados como más propios de una clase que algunos de esta última. De esta manera, se considera que la inclusión de un concepto en una categoría no se establece rígidamente en base de unos límites prefijados, sino que se definen en relación al número de características de la clase que poseen. Por ejemplo, muchas personas piensan que "murciélago" es un ave.

Se concluye, por lo tanto, que la organización mental de los conceptos no obedece necesariamente a un orden semántico clásico, por lo que para medir estas representaciones mentales necesitamos técnicas de elicitación de conocimiento como que describiremos y de las que daremos v arios ejemplos en el apartado siguiente.

Se ha propuesto que el mecanismo por el cual las personas identificamos conceptos y decidimos sobre la categoría a la que éstos pertenecen es la *propagación de la activación*. Con este mecanismo el sistema activa un determinado nodo (el concepto) a la vez que expande esa activación hacia los nodos adyacentes. Nos encontramos, entonces, que cuando el sistema reconoce un concepto como *Música Clásica*, inmediatamente se activan conceptos cercanos como *Bethoveen* o *Música*, lo que facilita su acceso a conciencia. De igual manera, cuanto más distanciados semánticamente estén varios conceptos (tengan que *recorrer* más nodos), más difícil nos resultará acceder a uno de ellos a partir del reconocimiento del elemento inicial.

Estas ideas han sido aplicadas al diseño de menús de programas [PIE92]. Una tarea de selección de búsqueda en un menú puede ser entendida como una verificación múltiple de la relación semántica de las alternativas con el nombre del menú. Por lo tanto, cuanto más distanciados semánticamente estén el nombre del menú y la opción a seleccionar, mayor será el tiempo empleado en la tarea y menor su efectividad. Esta hipótesis se ha probado trabajando con menús cuyo nombre estaba distanciado por uno o más niveles semánticos en los que las alternativas se presentaban o bien una por una (como en los menús de los teléfonos móviles) o bien todas a la vez (como en los programas de ordenador). Así, se constató que en ambos casos que los usuarios encontraban una opción concreta (p.e. *Bethoveen* en la Figura 36) con mayor rapidez y con menor número de errores cuando el nombre del menú era más similar semánticamente (p.e. mejor *Clásica* —Figura 38— que *Arte* —Figura 37).

Procesos de recuperación

La información almacenada a largo plazo, ya sea en la Memoria Declarativa o Procedimental es recuperada a través de distintos procesos que dependen de la forma en que dicha información esté representada, y del almacén en que se encuentre,

así como de las unidades de información medioambientales e internas que en cada momento activen un recuerdo determinado.

Al hablar de recuperación hemos de tener en cuenta dos formas que difieren respecto al tipo de información que se le presenta al sujeto para que se de la recuperación. Por una parte, en el reconocimiento, le presentamos al sujeto la información que queremos que recupere. En recuerdo, sin embargo, esta información no está presente y el sujeto debe generar sus propias claves de recuerdo o utilizar claves presentes en el contexto para recuperar la información.

Se han realizado muchos estudios para explicar qué procesos cognitivos están implicados en la recuperación, tanto en recuerdo, como en reconocimiento (RATCLIFF y MURDOCK, [RAD76]; NELSON, CAÑAS, CASANUEVA y CASTAÑO [NEL85]). Y todos ellos informan de una serie de variables que afectan a estos procesos, como son : frecuencia de uso de las palabras, organización de la información que se ha de recordar, el contexto, y el tamaño del conjunto de estímulos asociados.

Los procesos de recuperación que se postulan son: Para el recuerdo el sujeto debe generar un conjunto de posibles candidatos a recuperar, de manera que debe darse un proceso de búsqueda, y esta búsqueda no es aleatoria, sino que está guiada por principios organizativos y asociativos [AND72].

Tras el proceso de búsqueda, tiene lugar el proceso de identificación del mejor candidato, basado en el cálculo de la familiaridad a través de la fuerza asociativa entre la clave re recuerdo (contextual o autogenerada) y la información recuperada.

En reconocimiento, puesto que la información a recuperar está presente para el sujeto, esta recuperación se explica en función del último proceso citado, el cálculo de la familiaridad, aunque muchos modelos de simulación (SAM de GILLUND y SHIFFRIN,..) no niegan que puedan darse procesos de búsqueda en reconocimiento, no los tienen en cuenta para sus predicciones.

Dentro de la recuperación también es importante disociar dos formas de acceso a la información almacenada, como son la recuperación explícita e implícita. La primera está asociada con información de carácter episódico y aquella que es procesada activamente en la Memoria Operativa, mientras es repasada o relacionada con información medioambiental o almacenada. De esta forma se puede entender que el proceso de búsqueda en recuerdo está directamente relacionado con esta recuperación.

La recuperación implícita se refiere al acceso a información almacenada sin que el sujeto tenga conciencia de la forma en que se recupera. La información que es recuperada automáticamente se encuentra principalmente en la Memoria Procedimental y Semántica.

El efecto de *priming* aporta evidencias de la recuperación implícita en la Memoria Semántica. Se entiende por *priming* el efecto facilitador o inhibidor que un estímulo (concepto o imagen) que se presenta previamente a otro, puede estar causando sobre información almacenada, debido a que dicho estímulo puede facilitar que se active determinada información o inhibir esta activación, aunque el sujeto no tenga conciencia de haber percibido dicho estímulo, de ahí que la recuperación sea implícita. Por ejemplo, leeremos más rápidamente la palabra *Gato* si previamente hemos leído la palabra *Perro* que si hemos leído la palabra *silla*. La activación que produce este estímulo está relacionada con el grado de familiaridad (similitud semántica, pertenencia a una misma categoría conceptual, tanto si se refiere a información verbal como de imágenes) que se da entre éste y la información recuperada.

Tipos de Conocimiento relevantes para IPO y la forma como son adquiridos y están representados en MLP

Como venimos diciendo, en la Memoria a Largo Plazo está almacenado todo el conocimiento que hemos adquirido en nuestra vida sobre todos los dominios o tipos de información que podamos imaginar. Sin embargo, desde el punto de vista de IPO cuatro son los tipos de conocimientos que deben interesarnos:

1) Conocimiento sobre la estructura y el funcionamiento del sistema, en nuestro caso el ordenador.
2) Conocimiento sobre la tarea que el usuario quiere realizar
3) Conocimiento adquirido durante la navegación.
4) Extracción de conocimiento (*data visualization*).

La adquisición, el almacenamiento y la recuperación de estos tipos de conocimientos nos dan una idea de cómo funcionan los procesos perceptuales y las estructuras de memoria que hemos explicado más arriba.

Conocimiento sobre la estructura y el funcionamiento del ordenador: los Modelos Mentales

Durante el aprendizaje una persona adquiere conocimientos de las relaciones estructurales y el funcionamiento del sistema con el que está interactuando. Los investigadores han llamado a este conocimiento 'Modelo Mental' del sistema (MORAN [MOR81]; GENTNER y STEVENS [GEN83]) y lo definen siguiendo a NORMAN [NOR83] como **un modelo conceptual del sistema que el usuario tiene y que incluye la representación de su estructura y su funcionamiento**. Esta representación, según Norman, tiene las siguientes características:

1) Es incompleta
2) Es ejecutable mentalmente, es decir, el usuario puede mentalmente simular su funcionamiento
3) Es inestable en el sentido de que el usuario olvida sus detalles fácilmente
4) No tiene unos limites claros y se confunde con los modelos mentales de sistemas físicos similares
5) Es acientífica e incluye supersticiones y creencias erróneas sobre la conducta del sistema
6) Es parsimoniosa porque los usuarios prefieren reducir su complejidad

Tener un modelo mental del sistema no implica saber cómo el sistema funciona internamente (detalles del hardward). Un modelo mental contiene un conocimiento mínimo del funcionamiento interno, es más bien una analogía del sistema.

La existencia de los modelos mentales y su importancia durante la interacción con los sistemas físicos ha sido demostrada en numerosos experimentos. Por ejemplo, KIERAS y BOVAIR [KIE84] han estudiado cómo la comprensión del modelo de un sistema (panel de control de un circuito eléctrico) que describe el mecanismo interno del mismo afecta al aprendizaje y la ejecución de tareas con dicho sistema. En sus investigaciones, estos autores encontraron que un grupo de personas que dispone durante la fase de aprendizaje del modelo interno del sistema aprendía más rápido, recordaba de forma más exacta el funcionamiento del sistema, realizaba en menos tiempo las tareas que se le proponían y simplificaba con más facilidad procedimientos que eran poco eficientes.

Por otra parte, en las investigaciones llevadas a cabo por CAÑAS, BAJO y GONZALVO [CAÑ94], en las que se estudiaba el aprendizaje de lenguajes de programación, se

encontró que los estudiantes de programación que recibían ayudas gráficas que facilitaban la adquisición del modelo mental del ordenador durante el aprendizaje mostraban una mejora en la representación del conocimiento sobre el sistema con relación a otros estudiantes que no recibían dichas ayudas.

El concepto de modelo mental es fácil de comprender si pensamos en ejemplos de nuestra vida cotidiana. Cuando interactuamos con los objetos que hay en nuestra casa lo hacemos con un modelo mental. Cuando encendemos la televisión tenemos un conocimiento de cómo funciona ésta. El conocimiento no tiene que ser perfecto ni amplio. Si sólo queremos encenderla y ver un programa, necesitamos saber que funciona con corriente eléctrica y que hay un interruptor, que las imágenes llegan a través de la antena, etc. Sin embargo, si somos técnicos que tenemos que reparar televisores, nuestro conocimiento sobre su estructura y funcionamiento debe ser más profundo, es decir necesitamos tener un modelo mental más completo.

Para hacerse una idea intuitiva de lo que es un modelo mental en el contexto del diseño de sistemas informáticos podemos utilizar el siguiente ejemplo que puede ser familiar para muchos informáticos. Imaginemos que trabajamos en el servicio técnico de un programa que ha sido vendido a una gran empresa, por ejemplo, un procesador de textos que trabaja en el entorno Windows. Nuestro trabajo consiste en contestar por teléfono a los usuarios del programa y resolverles los problemas que le surjan. En este contexto, tendremos que ir pidiéndole al usuario que nos describa lo que está ocurriendo en la interfaz y decirle lo que tiene que hacer. Pensemos como será la conversación con dos personas en los extremos opuestos. Por una parte, pensemos lo que le diremos y como se lo diremos a un usuario que no sepa el sistema de almacenamiento de ficheros en carpetas que utiliza el sistema operativo Windows. Comparemos esta explicaciones con las que le daríamos a un usuario que sabe programar en VisualBasic.

En cualquiera de los casos, lo que es importante notar en este ejemplo es que la conversación entre nosotros (los técnicos) y los usuarios está mediada por el conocimiento que estos últimos tienen sobre el funcionamiento y la estructura del sistema. A ese conocimiento lo llamamos '**Modelo Mental'** y tiene una importancia capital en la interacción entre una persona y un sistema, en nuestro caso el ordenador.

El lugar del Modelo Mental en el Sistema Cognitivo Humano

CAÑAS y ANTOLÍ [CAÑ98] han propuesto un modelo que intenta establecer una única definición de modelo mental y su localización en memoria. En la Figura 39 se refleja la conceptualización de la definición de modelo mental y su papel en relación con los componentes del sistema cognitivo. El modelo distingue dos tipos de representaciones, una almacenada en memoria a largo plazo a la que llamamos **modelo conceptual** [YOU93], y otra, el **modelo mental**, que está almacenada en la Memoria Operativa.

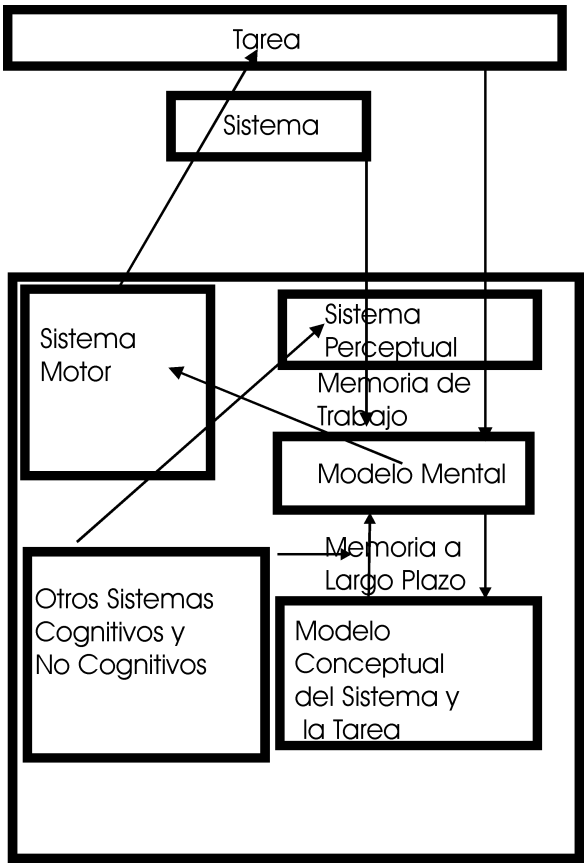


Figura 39 El papel y la situación de los modelos mentales durante la interacción con un sistema físico

A la hora de realizar una tarea, razonar o interactuar con un sistema físico, es necesario disponer de una representación que contenga información general y duradera, y que estaría almacenada en la memoria a largo plazo. Por otra parte, necesitamos también un tipo de representación más dinámica que sea capaz de adaptar la información almacenada en la memoria a largo plazo a las características específicas de la tarea que en ese momento esté realizando una persona, y que debe ser por tanto una información más específica y que está almacenada en la memoria operativa o de trabajo. A esta representación dinámica le llamamos modelos mental y su función sería simular la realidad en la Memoria Operativa.

Por tanto, el modelo propone que el término modelo mental sea reservado para referirnos a la representación dinámica creada en la Memoria Operativa, esta representación que variará en función de la tarea que estemos realizando, se forma combinando información almacenada en la memoria a largo plazo e información extraída del ambiente. Por ambiente entendemos todo lo que rodea y está implicado en la tarea que estemos realizando, incluyendo las características del sistema que se está utilizando. Tomemos como ejemplo de sistema un procesador de textos, supongamos que la tarea que pedimos que realice nuestro sujeto consiste en modificar los márgenes de un documento, en este caso el ambiente de la tarea será desde la iluminación de la pantalla del ordenador hasta el tipo de texto que le presentemos al sujeto, y por supuesto el sistema que se esté manejando, en este caso el tipo de procesador de textos que estemos utilizando.

El modelo mental está relacionado directamente con el sistema motor que va a ejecutar la respuesta necesaria para llevar a cabo la tarea que se está realizando. De esta forma, una vez que se ha llevado a cabo la simulación de la tarea que queremos realizar en la Memoria Operativa y comprobamos mentalmente a qué resultado nos llevarían las distintas opciones de que disponemos, elegimos la opción que nos lleva al resultado deseado en función de nuestro conocimiento general del sistema y por último ejecutamos dicha opción.

En cuanto al modelo conceptual que como hemos dicho es una representación del conocimiento general que incluye las características del sistema y los principios ge-

nerales por los que se rige su funcionamiento y que, por lo tanto, no depende de la tarea en concreto que el sujeto está realizando, aunque sí es necesario como marco de conocimiento general sobre el que se va a realizar la simulación en la Memoria Operativa. El modelo conceptual se almacena en la memoria a largo plazo y es más estable, aunque puede modificarse a través del modelo mental, con el que mantiene conexiones bidireccionales, por información nueva que puede provenir de la realización de nuevas tareas o de cambios en el funcionamiento o estructura del sistema. El modelo conceptual en las tareas de razonamiento incluiría a todo el conocimiento que tenemos sobre el mundo.

Existen otros sistemas cognitivos o no cognitivos que pueden influir sobre la formación del modelo mental y que también están contemplados en nuestro modelo, como pueden ser procesos atencionales, motivacionales, emocionales,...

Evaluación del Modelo Mental que un usuario tiene y sus aplicaciones

Desde una perspectiva psicológica, el aprendizaje de una herramienta informática requiere la adquisición de una representación mental de los conceptos relacionados con dicha herramienta. Como hemos dicho más arriba, en esta representación mental la información está organizada, y parte de esta organización está basada en las relaciones de similitud o proximidad conceptual que se establecen entre los conceptos. No todos los conceptos de una estructura están igualmente relacionados. A modo de ejemplo, existe mayor similitud o proximidad conceptual entre los conceptos de 'silla' y 'mesa' que entre este último y 'pájaro', y este mayor grado de relación refleja el conocimiento que tenemos sobre la categoría 'mueble'. De la misma forma, una persona que usa una herramienta informática, por ejemplo, el procesador de textos Word, tendrá una representación mental de los conceptos cuya relación o proximidad refleje su conocimiento de él. Para plasmar estas relaciones es posible utilizar formalismos de representación.

Debido a esta relación entre aprendizaje y representación conceptual, es posible evaluar el nivel de aprendizaje estimando el grado en el que se ha adquirido esta representación conceptual mediante el uso de técnicas de evaluación que examinan cuál es la organización que tiene el usuario de los conceptos de una herramienta informática. La idea que subyace al uso de estas técnicas es que si dos conceptos están relacionados porque se utilizan juntos para realizar una tarea, esta relación estrecha debe estar reflejada en la memoria del usuario. Las tareas que se realizan con la herramienta (escribir un texto, almacenarlo, recuperarlo, imprimirlo) requieren un conocimiento de los conceptos (partes del documento, organización del documento, localización del documento, etc.) que se manejan en la herramienta. Estos conceptos están relacionados entre sí por su afinidad en la realización de tareas.

Estas técnicas se aplican siguiendo los siguientes pasos que explicaremos usando como ejemplo el aprendizaje del procesador de texto MSWORD:

Obtención de datos de proximidad conceptual

El primer paso consiste en obtener datos que muestren la relación entre los conceptos que componen el área de conocimiento del procesador WORD. Para ello, se seleccionan los conceptos que son importantes en el uso del procesador de textos, considerando el nivel de conocimientos que tienen los usuarios y los contenidos que se imparten en el curso de entrenamiento.

Para obtener los datos de similitud entre los conceptos de cada usuario se utilizan dos tipos de tareas. Un tipo está formado por las tareas de clasificación como la llamada de *Agrupamiento*. A los usuarios se les presenta en la pantalla del ordenador los conceptos seleccionados como más importantes y su tarea consiste en hacer 10 grupos con ellos. Los grupos deben hacerse siguiendo el criterio de colocar juntos aquellos conceptos que en su opinión fueran más similares. Basándonos en estos agrupamientos se obtienen los datos de proximidad conceptual para cada usuario.

Otro tipo de tareas son las de *Juicios de Relación*. En esta tarea se le presentan pares de conceptos y la persona que de un valor de relación en una escala numérica, por ejemplo, de 1 a 6. Un valor de uno significa que la persona piensa que los conceptos no está relacionados y un valor de 6 significará muy relacionados.

Análisis de los datos de proximidad conceptual

Se pueden utilizar diferentes métodos de análisis con el fin de extraer el máximo de información contenida en una matriz de juicios de relación conceptual. Sin embargo los dos métodos de análisis más comunes son: Escalamiento Multidimensional y Pathfinder. Cada uno ofrece información sobre características diferentes del conocimiento. Por una parte, el Escalamiento Multidimensional permite hacer un análisis global del conocimiento. Por otra parte, el método Pathfinder analiza la relación por pares de conceptos.

En el diseño de interfaces, el Análisis multidimensional se ha revelado útil para descubrir las estructuras abstractas en la representación del conocimiento de los expertos usuarios de los sistemas. Son aquellas estructuras, más difíciles de adquirir por los nuevos usuarios, que determinan las estrategias globales de trabajo con el sistema. Por su parte, el procedimiento Pathfinder ha permitido investigar las estrategias de navegación de los usuarios. Por ejemplo, en tareas de recuperación de información, los grafos conceptuales sirven de ayuda para mostrar las estrategias que los usuarios usan para navegar en la base de datos.

Pathfinder

Este procedimiento representa los conceptos en nodos de una red, y las relaciones semánticas entre los conceptos como punteros que unen estos nodos.

En Figura 40, Figura 41 y Figura 42 se muestran los grafos obtenidos por este procedimiento para un grupo de monitores, un grupo de usuarios aprendices antes del curso y el mismo grupo después del curso. En los grafos se muestran las relaciones semánticas entre los conceptos indicadas por los punteros entre los nodos. Si entre dos conceptos no hay un puntero, significa que no están directamente relacionados. Por otra parte, podemos medir la distancia que hay entre dos conceptos cualquiera del grafo por el número de punteros que hay que recorrer a través camino más corto entre ellos. Conceptos más estrechamente relacionados estarán más cercanos. Por ejemplo, en la red conceptual de los monitores (Figura 40) existe una relación directa entre REGLAS y BOTONES, mientras que REGLAS no está relacionado con ningún concepto del manejo de ficheros.

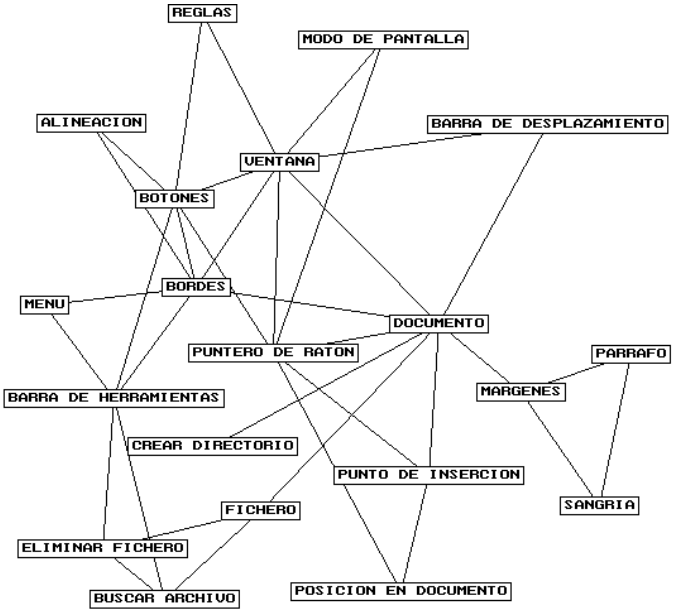


Figura 40 Red conceptual de los monitores

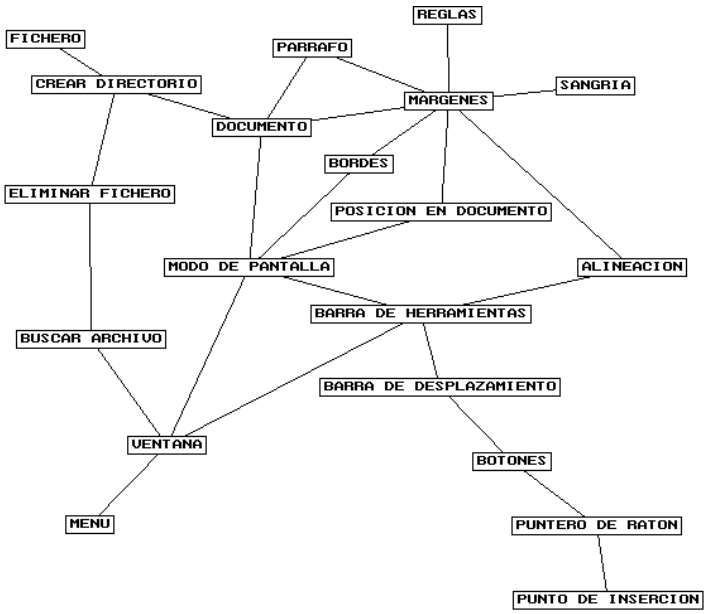


Figura 41 Red conceptual de los usuarios antes del curso

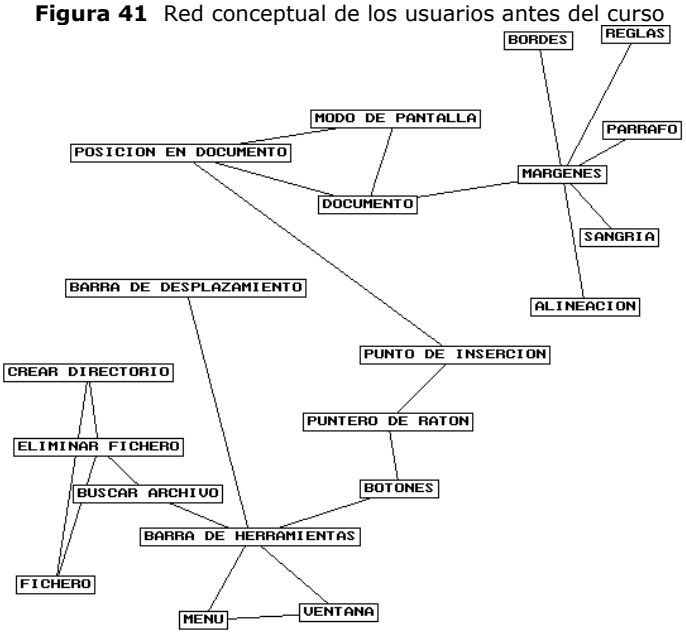


Figura 42 Red conceptual de los usuarios después del curso

Es posible hacer varios tipos de interpretaciones en función de las preguntas que nos queremos hacer. En primer lugar, la pregunta fundamental que nos interesa es si los participantes reflejan en sus grafos un conocimiento adecuado de WORD, y si este conocimiento ha mejorado durante el curso. Para contestarla podemos comparar los grafos de los participantes con el grafo de los monitores. Asumimos que el grafo de los monitores refleja 'un buen conocimiento'. Por tanto, en la medida en que los grafos de los participantes sean similares a los de los monitores podemos decir que aquéllos tienen también un buen conocimiento de los conceptos de Word.

Existe un procedimiento matemático simple que nos permite hacer una comparación entre dos grafos. Con este procedimiento se obtiene un índice, llamado C, que indica el grado de similitud entre las redes. Si dos grafos son exactamente iguales, C es igual a 1. Por el contrario, si dos grafos son completamente diferentes, C es igual a 0. Por tanto, en la medida en que C sea más cercana a 1, podemos decir que los dos grafos son más similares. En este tipo de evaluaciones se suelen obtener valores de C que oscilan entre 0 y 0,40, dada la complejidad del área de conocimiento y el número de conceptos evaluados.

Si calculamos los valores C para las comparaciones entre los grafos de los monitores y los participantes en las dos fases obtenemos los siguientes resultados (Tabla 5).

	C	Probabilidad por azar
Monitores vs. Usuarios, Antes del curso	0,15	0,04
Monitores vs. Usuarios, Después del curso	0,24	0,0002

Tabla 5 Puntuaciones C en el experimento del curso de MSWORD

Estos resultados indican, en primer lugar, que el conocimiento de los participantes en la fase 1 es relativamente bueno, como lo indica un valor de C de 0,15. La probabilidad de que este valor se obtenga por azar, entre dos redes que corresponden a conocimientos totalmente diferentes, es de 0,04 por ciento. Por tanto, es muy improbable que la red de los participantes se parezca con un valor de C de 0,15 por azar si estos no saben absolutamente nada. Es posible que este conocimiento refleje su relativa experiencia en el entorno de WINDOWS. En segundo lugar, los resultados indican que los participantes muestran una red más similar a la de los monitores en la segunda fase. El valor de C de 0,24 es aún más improbable de ser obtenido por azar. *Por tanto, podemos decir que ha ocurrido aprendizaje en el corto período de tiempo que transcurrió entre las dos fases.*

Por otra parte, es posible hacer una interpretación de estas relaciones semánticas observando los punteros que aparecen en las redes de los monitores y de los participantes. Esta interpretación permite una evaluación cualitativa del aprendizaje que se puede añadir a la comparación cuantitativa entre las redes. Por ejemplo, podemos observar que existe un puntero directo entre 'SANGRÍA' y 'PÁRRAFO' en la red de los monitores, que ya está presente en la red de los participantes en la fase 1, y permanece en la fase 2. Por tanto, podemos decir que los participantes ya tenían cierto conocimiento sobre la relación entre estos conceptos antes de empezar el estudio. Por el contrario, en la red de los monitores existe un puntero directo entre 'PUNTO DE INSERCIÓN' y 'POSICIÓN EN DOCUMENTO' que no existe en la red de los participantes en la primera fase y aparece sólo en la segunda fase. Esto hay que interpretarlo como un indicio de que durante el curso, los participantes han adquirido un conocimiento correcto sobre la relación entre estos conceptos.

Por último, en la red de los monitores, el concepto de 'REGLAS' tiene punteros directos a 'VENTANA' y 'BOTONES'. Sin embargo, en las redes de los participantes en ambas fases, 'REGLAS' sólo tiene puntero directo a 'MÁRGENES'. Es posible que el concepto de 'REGLAS' no haya sido convenientemente aprendido. Quizás esto ocurra porque el concepto de 'REGLAS' haya sido enseñado sólo en relación con 'MÁRGENES', mientras que para los monitores 'REGLAS' es un concepto más general al poder ser utilizado para poder modificar párrafos, sangrías, etc. y está más relacionado con el 'formato de la ventana'.

Escalamiento multidimensional

El objetivo fundamental de este procedimiento es obtener una representación de las dimensiones que relacionan los distintos conceptos de un área de conocimiento determinada. A diferencia del procedimiento anterior, el escalamiento multidimensional encuentra una solución global considerando todas las relaciones entre los conceptos simultáneamente.

La Figura 43 presenta los conceptos como puntos en un espacio bidimensional. Para la interpretación de estas dimensiones se debe considerar que los valores en los ejes (dimensiones) representan los pesos que los conceptos tienen en ellas. El signo positivo o negativo de un peso sólo sirve para separar a los conceptos en cuanto a esa dimensión. A medida que dos conceptos estén más cercanos en el espacio estarán más relacionados semánticamente en la representación mental de una persona o grupo.

Como puede observarse, la dimensión en el eje de la abscisa (X) crea dos grupos de conceptos, el primero agrupa los conceptos relacionados con las *operaciones con ficheros* y el segundo los conceptos relacionados con la *edición de documentos*. Dentro de este último, se crea un subgrupo diferenciable que contiene los concep-

tos de 'MÁRGENES' y 'SANGRÍA' quizá por el especial énfasis que estos dos conceptos reciben en curso. Por otra parte, la dimensión en el eje de la ordenada (Y) *diferencia entre operaciones*. De esta manera, se diferencia, por ejemplo, entre 'ELIMINAR FICHERO' y 'CREAR FICHERO', por una parte, y 'FICHERO' y 'BUSCAR ARCHIVO', por otra. Finalmente, podemos observar que el concepto 'MENÚ' se encuentra colocado en una posición equidistante de los dos grandes grupos, lo que indica el hecho de que los participantes y monitores consideran este concepto como central.

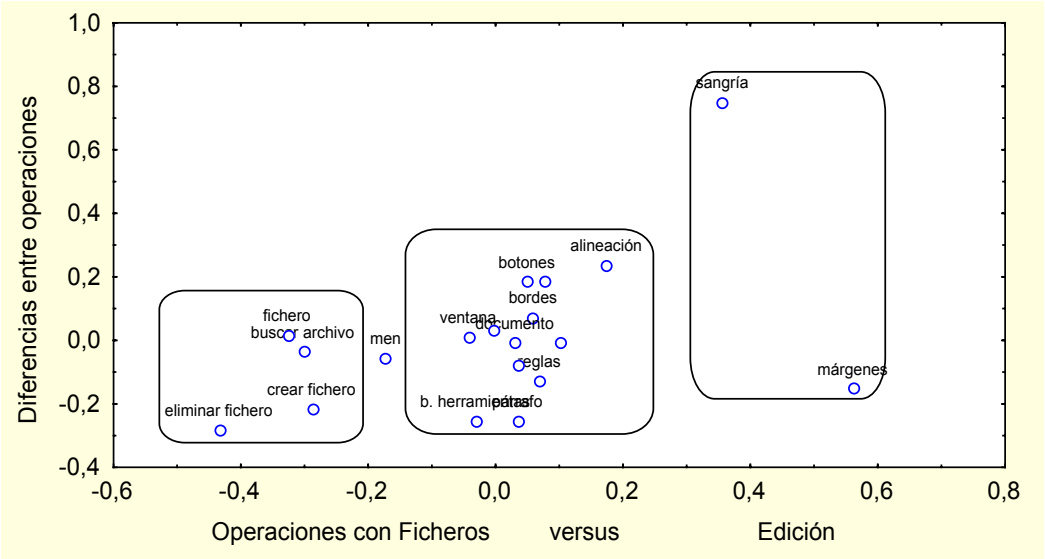


Figura 43 Representación conceptual de monitores y participantes

En la Figura 44 podemos observar, los pesos o la importancia que los monitores y los participantes asignan a estas dimensiones en sus juicios de relación. Los valores absolutos en las dimensiones son de nuevo los importantes. Los monitores asignan mayor peso a la dimensión 'Operaciones con ficheros *versus* Edición'. Por el contrario, los participantes en la fase 1 asignan mayor peso a la dimensión 'Diferencias entre operaciones'. La dimensión 'Operaciones con ficheros *versus* Edición' es más abstracta, y es la dimensión que los expertos consideran más importante.

El resultado más importante y evidente es que en este gráfico se puede observar una curva de aprendizaje: Los pesos que los participantes dan a las dimensiones en la fase 2 son más similares a los de los monitores. Por tanto, podemos afirmar que ha ocurrido aprendizaje.

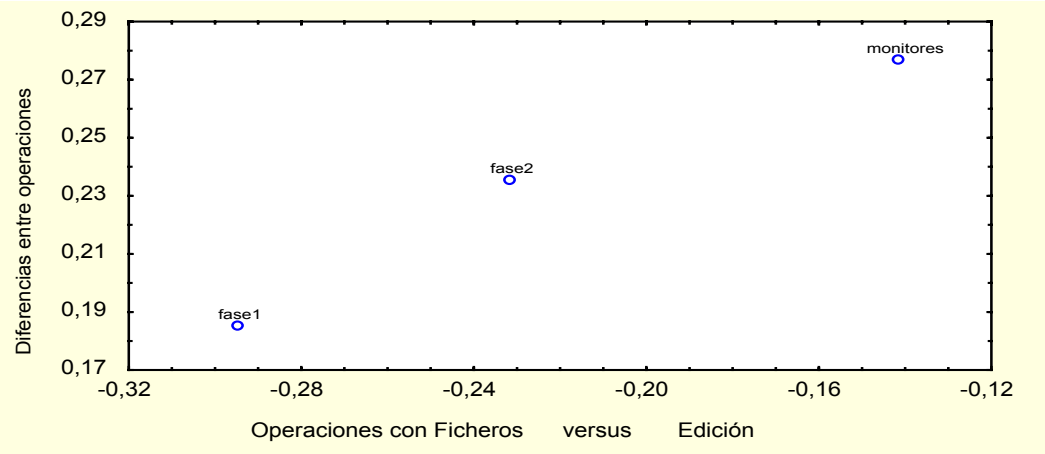


Figura 44 Monitores y participantes en las dimensiones conceptuales

Conocimiento sobre la tarea que el usuario quiere realizar

Una interfaz se diseña muchas veces para realizar una tarea con la que los usuarios finales ya están familiarizados, como comentamos en la introducción. En otras palabras, el sistema del que se está diseñando la interfaz será usado por personas que tienen un buen conocimiento del dominio de aplicación que es necesario tener

en cuenta. Pensemos por ejemplo en un sistema que se esté diseñando para los empleados de una entidad bancaria. Debemos suponer que estos empleados ya tienen conocimiento de conceptos tales como 'cuenta corriente', 'Préstamos', 'Certificaciones', etc., y, lo que es más importante, las relaciones que hay entre estos conceptos.

Podemos imaginar que en una interfaz de este tipo habrá menús y el diseñador deberá decidir como organizarlos. Para ellos es necesario que tenga en cuenta como funcionan los sistemas de búsqueda en memoria. Por ejemplo, podemos hacernos una pregunta como la siguiente: Cuándo el usuario (empleado del banco) inicie una nueva operación, ¿en qué concepto pensará primero para a partir de él acceder a los demás conceptos?
La organización de los elementos en menús viene determinada en gran medida por las operaciones de comparación que el sujeto deba realizar para identificar la opción que persiga. Se han descrito tres tipos de procesos: por identificación, equivalencia e inclusión de clase.

1) La identificación se da cuando el usuario piensa en una determinada etiqueta que se corresponde literalmente con la que aparece en el menú. Por ejemplo puede estar pensando correctamente en la etiqueta "fuente" y no en su equivalente "letra" a la hora de buscar esa opción en un procesador de textos. Este tipo de operaciones se da en entornos en los que los elementos del menú son muy conocidos o los usuarios están muy familiarizados con su uso, como por ejemplo en un menú que incluya una lista de países. En estos entornos el tipo de menú más adecuado obedece a un orden alfabético.

2) La equivalencia tiene lugar cuando el usuario no conoce exactamente la etiqueta con la que una acción está definida en un menú. En ese caso la persona debe analizar las diferentes opciones para encontrar aquella que piensa que equivale a su objetivo. Siguiendo con el ejemplo del apartado anterior, un usuario puede querer cambiar el formato del texto, pero desconocer el nombre de la etiqueta correspondiente a esa acción. Este tipo de operaciones se llevan a cabo en entornos donde no hay una certeza absoluta sobre las etiquetas de los menús. En estos casos el tipo de menú más apropiado es el organizado en categorías semánticas.

3) La inclusión de clase se produce cuando el usuario conoce qué acción quiere llevar a cabo, pero no sabe en qué categoría se encuentra esa opción. En el ejemplo del procesador de textos, el usuario puede conocer que la opción que busca es al menos "fuente" o "letra", pero debe antes pensar en qué menú se encuentra dicha función. Para facilitar este tipo de procesos se aconseja que la etiqueta corresponda a un elemento de una jerarquía inmediatamente superior a los elementos incluidos en el menú.

En cualquiera de los casos, un usuario que tenga que buscar una opción en un menú y que posea conocimiento de la tarea recuperará este conocimiento para iniciar al búsqueda y, por esta razón, el diseñador debe saber como está organizado.

Para conocer como está organizado el conocimiento de los usuarios el diseñador dispone de los llamados métodos de elicitación del conocimiento que hemos descrito en el apartado anterior y que recordamos aquí brevemente.

1) **Escalamiento Multidimensional**: Este tipo de análisis está estrechamente ligado a las teorías de representación dimensionales, y ofrece una forma de obtener una representación empírica de las dimensiones que relacionan los distintos conceptos de un área de conocimiento determinada. En la Figura 45 podemos ver una gráfica bidimensional en la que los conceptos aparecen distribuidos espacialmente. Para la interpretación de la gráfica debemos tener en cuenta que la distancia euclidiana entre dos conceptos representa la relación entre ellos. Como podemos ver el resultado muestra dos dimensiones que dividen el espacio en cuatro cuadrantes de fácil interpretación. Tomemos el cuadrante inferior derecho y veremos que los conceptos que se agrupan aquí hacen referencia a lo que podríamos decir que es 'Formas de pagar y obtener dinero'. Además, es claro que el concepto central es el de 'Clientes' y por ello

cabe pensar que este concepto debe estar accesible fácilmente porque puede ser que el usuario lo utilice para iniciar una nueva operación (ver Figura 45).

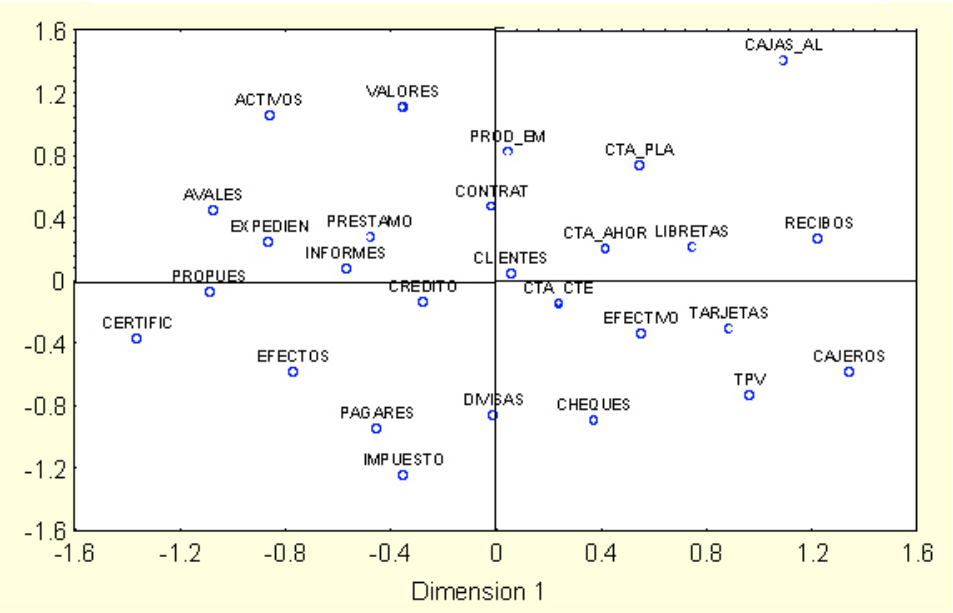


Figura 45 Datos obtenidos mediante el Escalamiento multidimensional

2) **Método Pathfinder**: Con este método, que consiste, como el anterior, en una transformación matemática de la matriz de juicios de relación entre los conceptos que los usuarios emiten, se representan las relaciones semánticas entre los conceptos reflejados en los punteros entre los nodos. Una mirada rápida a la Figura 46 sugiere también que el concepto central en la red es 'clientes': cuando los usuarios piensan en realizar una tarea el primer objeto que debe estar disponible es la base de datos de clientes (su nombre, su DNI, su número de cuenta) y después la operación que quieren realizar.

En relación a los modelos mentales es necesario considerar que el trabajo de ingenieros, diseñadores y ergónomos en los últimos 30 años ha ido encaminado a eliminar la necesidad de adquirir este conocimiento de la estructura física del ordenador para poder trabajar con él. De está manera, aparecieron las llamadas interfaces 'Orientadas a objetos' en las que el usuario puede trabajar manipulando objetos en la pantalla en lugar de tener utilizar lenguajes de comandos. Una de las características de estos objetos es que son *metáforas* de la estructura y funcionamiento de los componentes del ordenador. Estas metáforas sirven para que el usuario tenga un conocimiento del sistema basado en otro sistema que le es familiar. La correspondencia entre el sistema real y la metáfora es analógica. Esta correspondencia mantiene las similitudes necesarias para que se puedan cumplir dos objetivos: poder trabajar fácilmente con el sistema, al poseer el usuario un conocimiento suficiente del objeto representado en la interfaz, y mantener las características estructurales y funcionales de sistema físico.

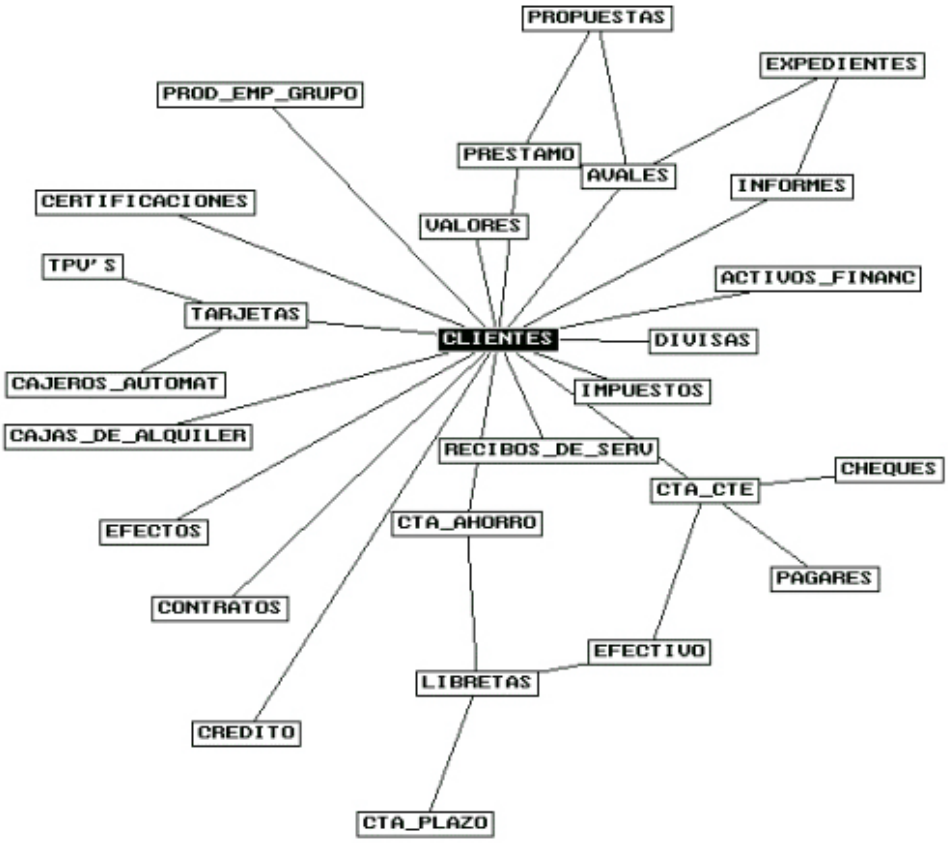


Figura 46 Datos obtenidos mediante el método Pathfinder

En la Figura 47 podemos ver la interfaz del programa 'Explorador de Windows'. Como podemos observar, los ficheros están almacenados es carpetas que tienen asignado un nombre. Cuando se pincha con el ratón una carpeta parece abrirse como una carpeta real. Lo que el diseñador ha hecho ha sido sustituir la información de la estructura física real del disco duro con una metáfora familiar a casi todo el mundo, los archivadores con carpetas que podemos encontrar en una oficina.

Figura 47 Interfaz del programa "Explorador de Windows"

La tendencia actual es a ir incluso más lejos. Como dice DONALD NORMAN, las interfaces deben estar más relacionadas con la tarea que con la estructura física del sistema. Utilizando uno de sus ejemplos, podemos ver que muchos de los objetos que tenemos en nuestra casa tienen motores, aunque cuando los usamos no pensamos en ello. Una batidora tiene un motor pero nosotros solo necesitamos saber que *tiene unas hélices que dan vueltas cuando le enchufamos a la corriente eléctrica y apretamos un botón. El botón debe servir para interrumpir el paso de corriente, etc.*

Conocimiento adquirido durante la navegación

Un usuario navega a través de Internet o Hipertexto para obtener información que necesita o adquirir conocimiento sobre un tema de su interés. La navegación se hace combinando la información que hay disponible en la interfaz y el conocimiento, poco o mucho que tiene sobre el dominio. Por esta razón, la navegación es un buen ejemplo de la importancia que los procesos perceptuales y de memoria funcionan en el ser humano en relación a la interacción las interfaces.

La navegación se lleva a cabo realizando básicamente dos operaciones: (1) leyendo el contenido de una página; y (2) eligiendo un enlace con otra página que se quiere visitar. Cuando se está diseñando una página de Internet, una de las decisiones más importantes que debe tomar el diseñador es la de establecer una organización que permita saber como y entre qué páginas se establecerán los links.

En principio, el diseñador tiene tres opciones para establecer la estructura:

1) Como él quiera, basándose en sus conocimientos sobre el dominio o en su intuición.

2) Por un análisis de las asociaciones entre los documentos.

3) Por un análisis empírico con usuarios usando juicios de relación y un algoritmo como el pathfinder.

En cualquier caso, el diseñador debe tener en cuenta que sus objetivos son los siguientes:

En el caso de la navegación en Internet, el usuario debe encontrar la información que necesita. En el caso más general de la navegación en Hipertexto, por ejemplo en un programa educativo, el usuario debe adquirir el conocimiento de una forma rápida y eficaz.

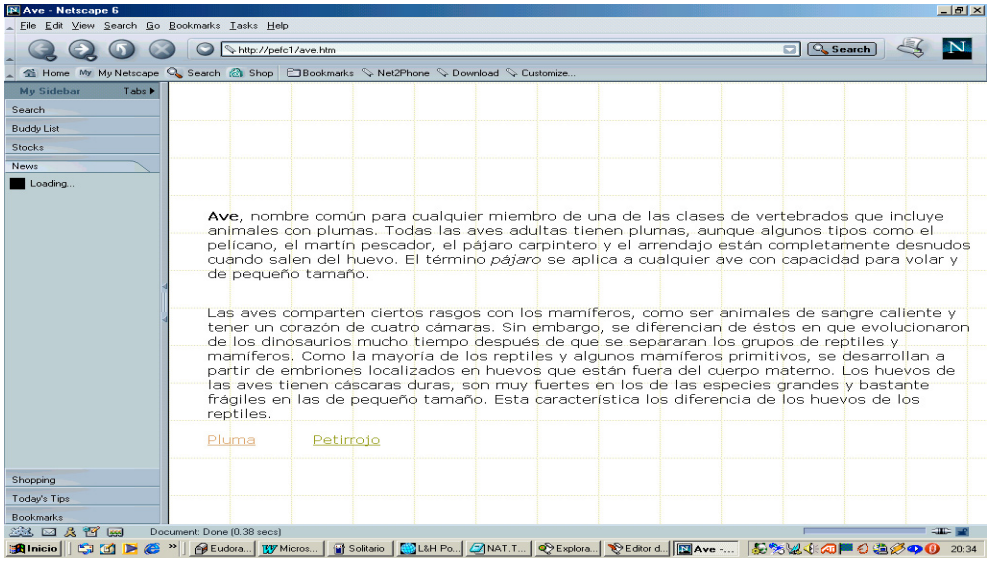


Figura 48 Ejemplo de interfaz con enlaces a otras páginas

Esto debe de hacerlo sin sufrir lo que se ha descrito con uno de los grandes problemas psicológicos de la Navegación en Internet y en Hypertexto, *La desorientación*. Este es un problema que surge cuando el usuario no sabe hacia donde ir y cuando lo sabe pero no conoce la forma de llegar, lo que le produce desconcierto y confusión, y limita gravemente su navegación y adquisición de conocimiento.

Imaginemos que tenemos que crear un sitio web (o un contenido educativo en multimedia) para presentar información sobre la siguiente serie de conceptos: seres vivos, animal, sangre, pájaro, plumas, petirrojo, pollo, mamífero, pelo, perro, ciervo, murciélago, cornamenta, cascos, rana, planta, hojas, árbol, algodón, flor, rosa, margarita, color, verde, rojo (ver).

La estructura de estos conceptos puede ser vista en principio de diferentes formas. En primer lugar, es una estructura hasta cierto punto jerárquica. Habría un con-

cepto que engloba a todos los demás que es 'seres vivos'. De él se desprenderían conceptos en el siguiente nivel, como 'animal'. Finalmente, en el nivel más bajo tendríamos el color 'rojo' como un atributo de otros conceptos.

Además, existen relaciones entre estos conceptos que no son estrictamente jerárquicas. Por ejemplo, el concepto 'margarita' puede hacernos recordar una situación campestre donde hay 'pájaros'. Además, en las estructuras jerárquicas dos conceptos que está dentro de una categoría son consideradas, normalmente, como equivalentes. Sin embargo, pensemos en los conceptos 'petirrojo' y 'murciélago'. Evidentemente, no los pensamos como lo mismo de representativos de la categoría 'pájaro'.

Siguiendo esta lógica, el diseñador tiene muchas opciones para establecer la estructura más idónea (Figura 50). Saber cual es la mejor es el objetivo de numerosos empíricos para establecer cual es la más idónea. Por ejemplo, se han comparado tres opciones que pueden verse en la Figura 50 (a) totalmente jerárquica; Figura 50 (b) en forma de red; Figura 50 (c) mixta de jerárquica y red. Estos estudios han demostrado que las mejores son las mixtas las mejores porque permiten extraer las ventajas de las otras dos. Las jerárquicas son buenas para las personas que tienen poco conocimiento del tema y necesitan más guía en la navegación. Sin embargo, con personas con cierta experiencia, las jerárquicas son demasiado estrictas y es preferible utilizar las redes.

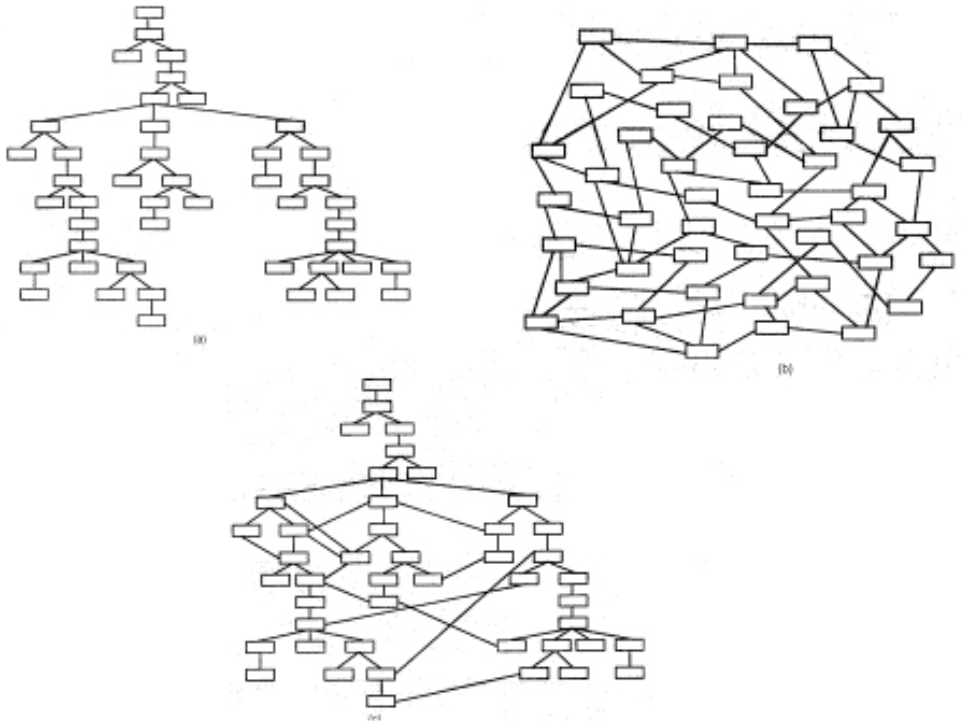


Figura 50 Posibles estructuras de organización

Una opción que tiene el diseñador es utilizar los métodos de evaluación del conocimiento para averiguar de una forma aproximada cual es la estructura que una persona con conocimiento del área tiene y utilizar dicha estructura para establecer los lazos entre las páginas. En la Figura 51 puede verse un ejemplo de estructura obtenida con los juicios de relación hechos por una persona y aplicándoles el algoritmo Pathfinder.

Cuando se trata de establecer la estructura en información que se extrae de bases de datos, es posible utilizar una variante de las técnicas de evaluación del conocimiento. Por ejemplo, imaginemos que trabajamos para un periódico que publica en Internet. Cada noticia es una página y queremos establecer los lazos entre las páginas de tal forma que se sugiera al lector que páginas contienen noticias que pueden interesarle, basándonos en la página que en ese momento está leyendo.

Una técnica que está teniendo mucho éxito consiste en lo siguiente. En primer lugar, se cuentan las palabras que dos páginas tienen en común. Suponemos que dos páginas que tienen noticias relacionadas contendrán muchas palabras iguales o semánticamente relacionadas. Con estos *análisis del número de palabras en común* se establecen matrices de similitud entre páginas del periódico. Finalmente, esta matrices se someten a los algoritmos Pathfinder o el Escalamiento Multidimensional.

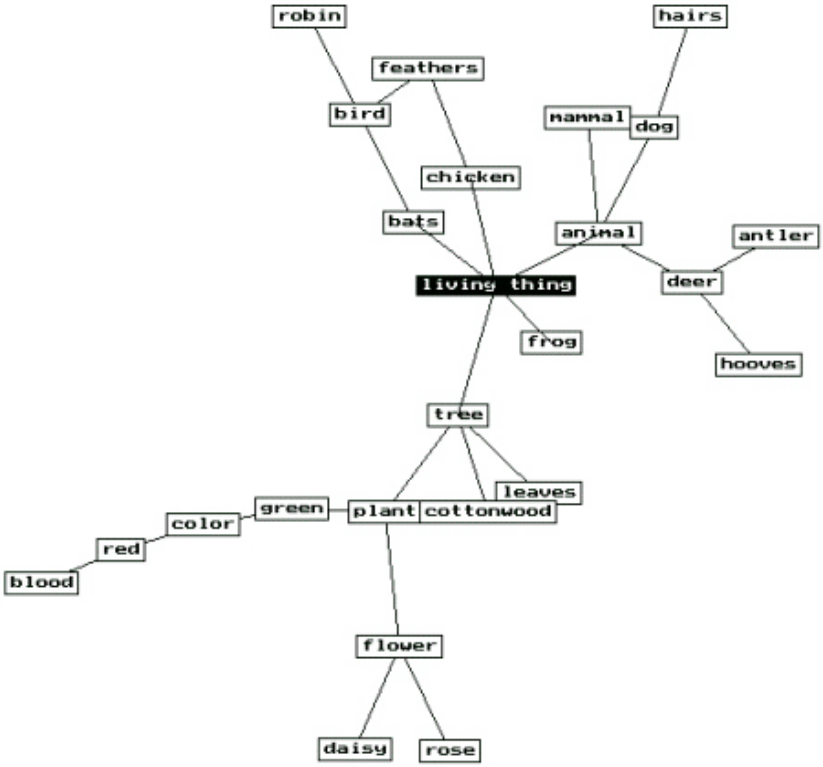


Figura 51 Ejemplo de estructura obtenida mediante los juicios de relación

Puede obtenerse una información más detallada de estos métodos, en concreto de la aplicación del algoritmo Pathfinder en http://bahia.cs.panam.edu/info_vis/inf_nav/info_nav_tr_92.html.

Tambien existen aplicaciones comerciales del Escalamiento Multidimensional que pueden utilizarse para tal fin. Una de ellas es el sistema 'Thinkmap' del que puede encontrarse información en http://www.thinkmap.com.

Extracción de conocimiento (*data visualization*)

Existen muchas situaciones actualmente, y están en aumento continuamente, donde los sistemas informáticos son usados para visualizar datos, a menudo gran cantidad de datos con objeto de encontrar la información que se necesita. Ejemplos de estas situaciones las tenemos en el uso de paquetes estadísticos para analizar y presentar los resultados en gráficos o en los paquetes informáticos que utilizan los ejecutivos para ver las evoluciones de los mercados de valores.

Esta situación es muy interesante desde el punto de vista del diseño porque no se trata sólo de presentar los datos. Hay que presentarlos de tal manera que el usuario pueda descubrir los patrones que hay en ellos y que tienen significado para la tarea que está realizando. Por ejemplo, un programa informático que presente la información sobre la bolsa de valores debe hacerlo de tal manera que el usuario pueda descubrir rápidamente un patrón que le sirva para tomar la decisión de comprar o vender. Desde un punto de vista psicológico podemos decir que la interfaz es *una ayuda al pensamiento*.

Para entender este punto podemos imaginar una situación donde un grupo de científicos están discutiendo los resultados de un experimento que han realizado. Sobre la mesa tienen un ordenador que va presentando las gráficas con el resultado de los análisis. Durante la discusión, cuando una nueva idea surja se podrá pedir al programa que presente los datos en otro formato y se podrá evaluar inmediatamente la viabilidad de esa idea. También, mientras que se observa una gráfica uno de los científicos puede descubrir un patrón en los datos que no habían anticipado.

Podemos decir, por tanto, que la meta de visualización científica es usar los gráficos del ordenador para facilitar a los procesos perceptores humanos la organización y comprensión de los datos sobre los fenómenos físicos. Adicionalmente, los sistemas de visualización de información se han enfocado a menudo a tareas en las que el usuario está comprometido (*engaged*) en una conducta de búsqueda de información.

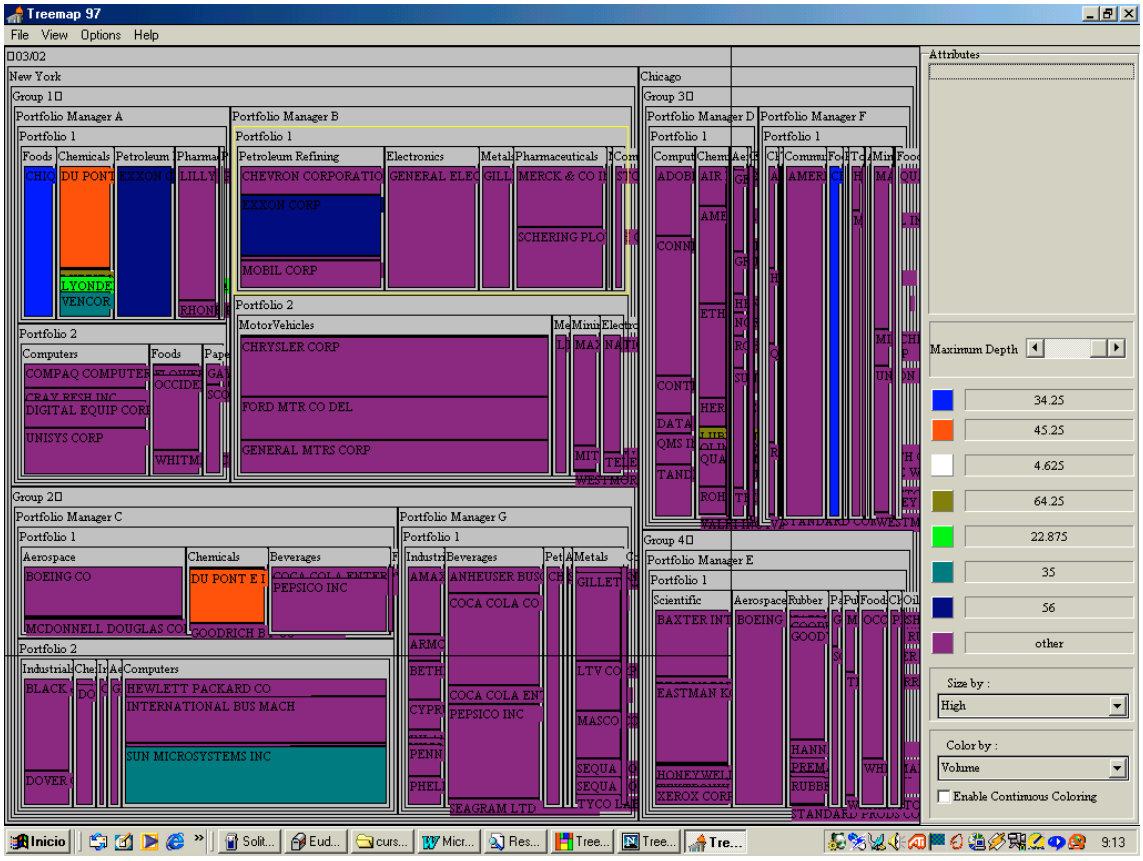


Figura 52 Ejemplo de Treemap

Como un ejemplo de visualización de datos podemos considerar el caso, muy común en muchas profesiones, donde es necesario explorar patrones de datos jerárquicos. Generalmente los datos jerárquicos han sido presentados utilizando grafos con nodos y lazos entre nodos. Sin embargo, este tipo de representación hace difícil la comparación de los datos.

Consideremos el caso en el que queremos presentar información sobre valores bursátiles de empresas. Estos datos son jerárquicos porque están organizados en una estructura jerárquica donde las empresas pertenecen a una de las actividades industriales, asociados a cada empresa están sus índices económicos, cada índice tiene asociado un valor anterior, uno actual y, posiblemente, otro predicho, etc.

Si estos datos bursátiles los presentamos en una representación con nodos y lazos, la comparación entre los valores de una empresa y otra es perceptualmente difícil. Por esta razón, se han desarrollado interfaces para facilitar esta tarea de visualización. Una de las propuestas que se ha convertido en más popular actualmente, dada su evidente utilidad, es la llamada 'Treemap' (Mapa en árbol).

Los 'Treemap' fueron propuestos por BEN SHNEIDERMAN como un algoritmo para presentar estructuras en árbol en un espacio 2–D. Los datos se presentan en rectán-

gulos donde las dimensiones de éstos (altura y anchura) se combinan con los colores para representar las diferentes atributos.

En la Figura 52 se puede ver un ejemplo de Treemap tomando los datos *de New York Stock Exchange* (NYSE) al cierre del mercado el 5 de Diciembre del 1997. Una explicación más detallada de este algoritmo así como acceso a una versión de programa 'Treemap '97' puede encontrarse en http://www.otal.umd.edu/Olive/Class/Trees.

Referencias

[AND72] ANDERSON J. R. y BOWER G.H. «Recognition and retrieval processes in free recall» en *Psychological Review*, pág. 79, núm. 97-123, 1972

[AND76] ANDERSON J. R. *Language, memory, and thought*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1976

[AND90] ANDERSON J. R. *Cognitive Psychology and its Implications*, tercera edición. Freeman, Nueva York, NY, 1990

[BEN98] BENWAY J. P. «Banner blindnes: the irony of attention grabbing on the World Wide Web», en *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*. 42 Annual Meeting, 1, 1998

[CAÑ94] CAÑAS J. J., BAJO M. T. y GONZALVO P. «Mental Models and Computer Programming» en *International Journal of Human–Computer Studies*, núm. 40, pág. 795-811, 1994

[CAÑ98] CAÑAS J. J. y ANTOLÍ A. «The role of Working Memory in measuring mental models» en *Cognition and Co-operation* (GREEN T. R. G., BANNON L., WARREN C. P. y BUCKLEY J. eds.), 1998

[CAÑ01] CAÑAS J. J. y WAERN Y. *Ergonomía Cognitiva. Aspectos Psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información*. Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2001

[CAR83] CARD S., MORAN T. y NEWELL P. *The psychology of human–computer interaction*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1983

[GEN83] GENTNER D. y STEVENS A. L. *Mental Models*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1983

[HIN97] HINSZ V. B., TILLDALE R. S. y VOLLRATH D. A. «The emerging conceptualization of groups as information processors», en *Psychological Bulletin*, núm. 121, 1997

[HOW96] HOWES A. y YOUNG, R. M. «Learning consistent, interactive, and meaningful task–action mappings: A computational model», en *Cognitive Science*, núm. 20, 1996

[HUT95] HUTCHINS E. «How a cockpit remembers it speeds», en *Cognitive Science* núm. 19, 1995

[JOH96] JOHN B. E. y KIERAS D. E. «Using GOMS for user interface design and evaluation: Which Technique?», en *ACM Transactions on Computer–Human Interaction*, núm. 3, 1996

[KIE84] KIERAS D. E. y BOVAIR S. «The role of mental model in learning to operate a device», en *Cognitive Science*, núm. 8, 1984

[KIE85] KIERAS D. E. y POLSON P. G. «An approach to the formal analysis of user complexity» en *International Journal of Man–Machine Studies*, núm. 22, pág. 365–394, 1985

[KIG84] KIGER J. L. «The depth/breadth trade–off in the design of menu–driven user interfaces», en *International Journal of Man–Machines Studie*,

núm. 20, 1984

[MOR81] MORAN T. P. «An applied psychology of the user», en *Computing Surveys*, núm. 13, 1981

[NAV01] NAVARRO R. y CAÑAS J. J. «Are visual programming languages better? The role of imagery in program comprehension», en *International Journal of Human–Computer Studies*, 2001

[NEL85] NELSON D. L., CAÑAS J. J., CASANUEVA D. y CASTAÑO D. «Prior Knowledge and recognition» en *Journal of American Psychology*, *núm.* 98, pág. 379-397, 1985

[NEV90] NEWELL A. *Unified Theories of Cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1990

[NEW72] NEWELL A. y SIMON. H. A. *Human problem solving.* Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1972

[NEW80] NEWELL, A. «Physical symbol systems», en *Cognitive Science*, núm. 4, 1980

[NEW90] NEWELL, A. *Unified theories of cognition*. Harvard University Press, Cambridge, MA, 1990

[NOR83] NORMAN D. A. «Some observations on mental models» en *Mental models* (GENTNER D. y STEVENS A., eds.). Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1983

[NOR86] NORMAN D. A. «Cognitive Engineering» en *User centered system design: new perspectives on human–computer interaction* (NORMAN D. A. y DRAPER S. W. eds.). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1986

[PAL94] PALMER S. E. y ROCK I . «On the nature and order of organizational processing: A reply to Peterson», en *Psychonomic Bulletin & Review*. 1, 1994

[PAR88] PARKINSON S. R., HILL M. D., SISSON N. y VIERA C. «Effects of breadth, depth and number of responses on computer menu search performance», en *International Journal of Man–Machines Studies*, núm. 28, 1988

[PIE92] PIERCE J., PARKINSON S. y SISSON N. «Effects of semantic similarity, omission probability and number of alternatives in computer menu search» en *International Journal of Man–Machine Studies,* núm. 37, pág. 653-677, 1992

[RAD76] RATCLIFF R. y MURDOCK B. B. «Retrieval processes in recognition memory» en *Psychological Review*, núm. 86, pág. 190-214, 1976

[SAL93] SALOMON G. «No distribution without individuals cognition: a dynamic interactional view» en *Distributed Cognitions* (SALOMON G., ed.). Cambridge University Press, Cambridge, 1993

[SCH94] SCHACTER D. L. y TULVING E. «What are the memory systems of 1994?», en *Memory systems 1994* (SCHACTER D. L. y TULVING E., eds.). MIT Press, Cambridge, MA, 1994

[SPE60] SPERLING, G. «The information available in brief visual presentations», en *Psychological Monographs*, núm. 74, 1960

[WIC90] WICKENS C. D. y ANDRE A. D. «Proximity compatibility and information display: efects of color, space, and objectness on information integration», en *Human Factors*, núm. 32, 1990

[WIC92] WICKENS C. D. *Engineering Psychology and Human Performance*, 2ª edición, cap. 5, pág. 167-210. Harper Collins, Nueva York, NY, 1992

[YOU93] YOUNG, R. M. «Surrogates and mappings: two kinds of conceptual models for interactive devices», en *Mental Models* (GENTNER D. y

STEVENS A. L., eds.). Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1983

Bibliografía

CAÑAS J. J. y WAERN Y. *Ergonomía Cognitiva. Aspectos Psicológicos de la Interacción de las Personas con la Tecnología de la Información*. Editorial Médica Panamericana, Madrid, 2001

Metáforas, estilos y paradigmas

Jesús Lorés
Joan Manuel Gimeno
Universitat de Lleida

1 Metáforas, estilos y paradigmas

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 Metáforas 4
2 Metáforas verbales 5
3 Metáforas visuales 5
4 Metáfora del escritorio 7
5 Metodología de creación de metáforas 8
6 Lenguaje visual para el diseño de metáforas 10
7 Ejemplos de metáforas 12
8 ¿Qué es la interacción? 13
9 Estilos de Interacción 13
10 Paradigmas 21
11 Comparación de los paradigmas de interacción 29
Conclusiones 30
Referencias 30
Bibliografía 31
Enlaces interesantes 31

Objetivos

- Aprender qué es una metáfora
- Conocer qué son metáforas verbales
- Conocer qué son metáforas visuales
- Conocer las metáforas globales

- Conocer la metáfora del escritorio y su historia
- Ver el uso de las metáforas en las interfaces actuales
- Discutir los problemas y las ventajas de su uso
- Aprender cómo diseñarlas y cómo aplicarlas con la máxima efectividad
- Entender y aprender qué es un estilo de interacción
- Tener una visión general y comparativa de los estilos y paradigmas de interacción
- Conocer el estado actual y la futura evolución de los estilos de interacción
- Aprender a elegir entre los diferentes paradigmas y dentro de estos paradigmas, qué estilos de interacción utilizar para una determinada aplicación

Introducción

Este capítulo está dedicado a dar una perspectiva de los escenarios y conceptos genéricos en que se organizan los sistemas interactivos: metáforas, estilos y paradigmas.

Hasta hace poco, la mayor parte de los intercambios de información entre las personas y los ordenadores se hacían tecleando texto y recibiendo posteriormente las respuestas visualizadas en la pantalla y todavía es una manera de interaccionar con el ordenador muy utilizada.

Posteriormente, debido a la necesidad de su uso en las empresas, se comenzó a interaccionar utilizando menús y formularios copiados de los existentes en las empresas. Desde hace un cierto tiempo, con la proliferación del ordenador personal, se ha generalizado la interacción por manipulación directa utilizando interfaces gráficas: en vez de teclear texto, manipulamos objetos visuales y los modificamos utilizando representaciones gráficas de estos objetos.

En sucesivos horizontes temporales veremos nuevas formas de interaccionar con los ordenadores: la realidad virtual, el uso del lenguaje natural, la migración de la interacción de las pantallas y el teclado al entorno que nos propone la realidad aumentada.

1 Metáforas

¿Qué es exactamente una metáfora y por qué se considera tan importante en el diseño de una buena interfaz? El término metáfora está tradicionalmente asociado con el uso del lenguaje. Cuando queremos comunicar un concepto abstracto de una manera más familiar y accesible utilizamos el recurso de las metáforas. Por ejemplo cuando hablamos del tiempo que es un termino abstracto, lo expresamos en relación con dinero que es un termino concreto y hablamos de ahorrar, gastar, desaprovechar el tiempo, de hecho una gran parte del lenguaje está basado en el uso de metáforas.

En el diseño de las interfaces actuales, las metáforas tienen un papel dominante. La metáfora de la sobremesa introducida por el ordenador Macintosh y de uso generalizado actualmente, supuso un cambio en la usabilidad de los ordenadores. En esta metáfora los objetos en la pantalla, los nombres que se dan a las órdenes de comando, conceptos como sobremesa, icono, menús, ventanas están basados en temas familiares y lo mismo sucede con las acciones a realizar, arrastrar, soltar, pegar, etc.

El uso de las metáforas puede asistir a los desarrolladores en conseguir maneras más eficientes y efectivas de desarrollar programas que permitan ser usados por comunidades de usuarios más diversas.

2 Metáforas verbales

Mucha gente cree que las metáforas son una especie de lenguaje floreado que aparece en la poesía y en las novelas baratas. Esto evidentemente no es correcto. Las metáforas son una parte integrante de nuestro lenguaje y de nuestro pensamiento y aparecen en nuestras conversaciones cotidianas, aunque muchas veces no nos demos cuenta.

La metáfora se utiliza cuando queremos comunicar un concepto abstracto de una manera familiar y accesible. Utilizamos conceptos bélicos para describir argumentos, decimos que tenemos ideas que pueden ser defendidas o atacadas; si una posición es indefendible nos podemos retirar, podemos tener puntos débiles que pueden ser destruidos. Como vemos, una parte del lenguaje está basado en las metáforas.

Cuando nos encontramos delante de una nueva herramienta tecnológica —como un ordenador— se tiende a compararlo con alguna cosa conocida. Un ejemplo clásico de cuando se utiliza un ordenador por primera vez, se compara inmediatamente con una máquina de escribir de una manera metafórica. Cuando se utiliza un tratamiento de texto pensamos que se comporta igual que una máquina de escribir.

Estos enlaces metafóricos proporcionan los fundamentos por los cuales el usuario desarrolla su modelo de ordenador propio. Los conocimientos de los elementos y sus relaciones en un dominio familiar se traspasan a los elementos y sus relaciones en un dominio no familiar.

En el ejemplo anterior, los elementos son el teclado, la barra espaciadora y la tecla de retorno de carro. Las relaciones entre los elementos nos dicen, por ejemplo que *solo se puede presionar una tecla a la vez* y *presionar una tecla significa ver un carácter visualizado en la pantalla.* Lo importante a tener en cuenta es que basado en este conocimiento previo se puede desarrollar un conocimiento del nuevo dominio más rápidamente.

No obstante, hay que tener en cuenta que hay diferencias, por ejemplo, la tecla de retorno de carro mueve el carro físicamente hacia detrás mientras que en el procesador de texto se borra el carácter. No obstante, una vez asimiladas estas diferencias, el usuario construye un nuevo *modelo mental*.

Análogamente podemos aplicar otras metáforas, como por ejemplo, explicar el funcionamiento de los ficheros con la metáfora de funcionamiento de un archivador.

En general las metáforas verbales pueden ser herramientas útiles para ayudar a los usuarios a iniciarse en el aprendizaje de un nuevo sistema.

3 Metáforas visuales

Xerox fue una de las primeras empresas que se dio cuenta de la importancia de diseñar interfaces simulando el mundo físico concreto que nos es familiar. En vez de pensar en interfaces verbales, como medio de hacer entender a los usuarios la interfaz, fue un poco más lejos y desarrolló *una interfaz visual basada en la oficina física.* Esta interfaz fue desarrollada para el sistema Star. La base de la metáfora consistió en crear objetos electrónicos simulando los objetos físicos en una oficina. Esto incluía papel, carpetas, bandejas y archivadores. La metáfora de organización global presentada por pantalla fue la sobremesa y el área de trabajo se parecía a una típica mesa de oficina.

Los ficheros fueron transformados en representaciones pictóricas en substitución de entidades abstractas con nombres arbitrarios.

Esta metáfora fue aplicada al ordenador Lisa de Apple y más tarde al Macintosh que tuvo un éxito de ventas excepcional.

Posteriormente fue aplicada a los ordenadores personales, Windows sobre MS–DOS, Presentation Manager para OS/2 y en las estaciones de trabajo UNIX con las interfaces basadas sobre X–Windows.

> *La metáfora visual normalmente es una imagen que nos permite representar alguna cosa y que el usuario puede reconocer lo que representa y por extensión puede comprender el significado de la funcionalidad que recubre.*

Figura 1 Ordenador MacIntosh

Las metáforas pueden variar de pequeñas imágenes puestas en botones de barras hasta pantallas completas en algunos programas. Las personas entendemos las metáforas por intuición. El diccionario define intuición como:

> *«Intuición. Cognición inmediata. Conocimiento de una cosa obtenida sin recurrir a inferencia o razonamiento.»*

Comprendemos el significado de las metáforas de los controles que encontramos en la interfaz, porqué los conectamos mentalmente con otros procesos que previamente habíamos aprendido. Las metáforas no funcionan como la comprensión. A veces funciona, a veces no. Las metáforas se basan en asociaciones percibidas de manera similar por el diseñador y el usuario. Si el usuario no tiene la misma base cultural que el desarrollador es fácil que la metáfora falle, incluso teniendo la misma base cultural puede haber faltas de comprensión importantes, por ejemplo la metáfora de la figura se ha utilizado como una metáfora de correo electrónico sin tener en cuenta que este tipo de buzón de correo es un elemento de la cultura americana, difícilmente comprensible para nuestra cultura,

Metáfora del mundo real

Las personas organizamos la información espacialmente. Si recibimos una llamada de teléfono en el despacho, mientras hablamos, escribimos, por ejemplo, el número de teléfono en un papel y lo colgamos en una pizarra de corcho por ejemplo. Una semana después quieres llamar a esa persona y piensas dónde dejaste el papel y tienes una imagen espacial en la mente de donde dejaste la nota. Este es un mapa espacial que todos nosotros tenemos en nuestra cabeza para registrar esta base de datos que llamamos mundo.

Metáfora global

La metáfora global es una metáfora que nos da el marco para todas las otras metáforas del sistema.

Por ejemplo la metáfora del escritorio, desarrollada originalmente para el ordenador Xerox Star y generalizada con el ordenador Apple Macintosh se puede considerar como un primer ejemplo de amplia difusión de metáfora global.

En un título de CD para niños, explorando el sistema solar, la metáfora global del centro de control de una nave espacial, constituye una opción que permite la inclusión del resto de metáforas dependiendo de la metáfora global.

En el sitio web de Ububu (http://www.ububu.com) el diseño de la metáfora global está basado en el uso de sistemas solares y planetas como base metafórica global para definir todo el sistema.

En el siguiente apartado vamos a describir la metáfora global del escritorio, de uso generalizado hoy en los ordenadores.

4 Metáfora del escritorio

La metáfora del escritorio fue la primera metáfora global y está siendo utilizada prácticamente en todas las interfaces gráficas. La idea era reproducir una sobremesa de oficina y todos los objetos que tenemos en ella y en sus alrededores. En aquellos momentos el uso de los ordenadores estaba dirigido a los oficinistas, por tanto esta metáfora correspondería exactamente al entorno que la mayor parte de los usuarios trabajaban.

Figura 2 Ordenador Star

La base de la metáfora consiste en crear objetos electrónicos que simulan los objetos físicos en una oficina, lo que incluye papel, carpetas, bandejas, archivadores. La metáfora de la organización global presentada en la pantalla es la del escritorio de una típica mesa de oficina. Los ficheros, las carpetas se transforman en representaciones pictóricas en substitución de entidades abstractas con nombres arbitrarios.

Figura 3 Metáfora de las carpetas

¿Cómo funcionan estas metáforas? Las carpetas son contenedores de documentos en el mundo real y en el virtual: Puedes abrir una carpeta para coger o dejar alguna cosa; se pueden poner carpetas dentro de carpetas y dentro de carpetas, podemos mover las carpetas por toda el escritorio. Algunas propiedades físicas están ausentes, no pesan no hacen ruido cuando se abren. Pero por otra parte tienen propiedades mágicas, se puede poner el mismo documento en dos carpetas al mismo tiempo, aunque puedas pensar que los puedes pasar por una copiador virtual, puedes reproducir un conjunto de carpetas y sus documentos automáticamente, puedes ordenar las carpetas por orden alfabético, etc...

Actualmente es la metáfora dominante en los ordenadores personales y las estaciones de trabajo.

La historia

Todo comenzó en los años '70 en el laboratorio Xerox Park en California. Un grupo de investigadores dirigidos por ALAN KAY sintetizaron sus trabajos en el ordenador Xerox Star, que fue caro, complejo y muy lento, y, como es fácil de entender, un fracaso comercial. Debido a este fracaso comenzó un éxodo de investigadores, principalmente a Apple y Microsoft. STEVE JOBS y los refugiados de Xerox aplicaron los conceptos del ordenador Star al ordenador Lisa que aunque mejoraba al Star, todavía era caro y lento. Finalmente en 1984 apareció el Macintosh, alcanzando un éxito excepcional, debido a su facilidad de uso.

Posteriormente fue aplicado a los ordenadores personales, Windows para MSDOS, Presentation Manager para OS/2 y en las estaciones de trabajo UNIX con los sistemas X–Windows, que tienen diferentes sistemas de ventanas como Motif o OpenLook.

Opiniones críticas

> *Nos han hecho creer que estamos trabajando con una metáfora de una sobremesa, pero yo nunca he visto que apuntando a una pieza de papel que se encuentra mas abajo hace que suba encima de la pila, o que poniendo una hoja de papel en una carpeta hace que la hoja desaparezca dentro. Pienso que este tipo de oficina no existe* [NEL90].

¿Qué cosas son falsas en los sistemas actuales? Consideremos la metáfora de la sobremesa que intenta simplificar operaciones de ficheros comunes presentándoles en el lenguaje familiar del mundo basado en papel (documentos de papel como ficheros, carpetas como subdirectorios, papelera para borrar). Aunque la metáfora ha tenido éxito hasta cierto punto (se le tiene que explicar a un nuevo usuario que la sobremesa del ordenador es como una sobremesa real), el modelo basado en papel es una base pobre para organizar información [SCO96].

Metáforas compuestas

La metáfora de la sobremesa ha sido combinada con otras metáforas para permitir que los usuarios puedan ejecutar un amplio abanico de tareas en el ordenador. Un ejemplo es la barra de desplazamiento, es una metáfora basada en la idea del rollo, es decir como un papiro que se desplaza para leer.

Otros ejemplos de metáforas son el menú, las ventanas y el *cortar* y *pegar* basadas en el diseño de páginas de una imprenta.

Desde un punto de vista cognitivo, uno de los problemas que se pueden presentar es cómo interpretar estas metáforas compuestas. De hecho se ha comprobado que el usuario desarrolla modelos mentales múltiples de la interfaz.

5 Metodología de creación de metáforas

Las metáforas visuales son un aspecto importante del diseño de un sistema interactivo con interfaz visual y evidentemente ha de formar parte del diseño, por tanto aunque vamos a describir la metodología de diseño de metáforas, siempre se ha de tener en cuenta su relación con el diseño global.

Definición funcional

En esta primera fase partiremos del trabajo realizado en la recogida de requisitos, que nos permitirá disponer de los primeros datos para establecer las primeras metáforas o del análisis de tareas en que podamos ya precisar las funcionalidades del sistema.

Identificación de los problemas del usuario

En esta etapa se hace un estudio de los usuarios para ver en qué tienen problemas y que aspectos de la funcionalidad les implican. La mejor manera es ver a los usuarios utilizando funcionalidades similares y ver qué problemas tienen. Explicar lo que quieren hacer y ver si lo entienden, enseñándoles el prototipo y observando como lo utilizan.

Generación de la metáfora

Una buena manera de empezar esta tarea es hacer un examen cuidadoso de la manera tradicional de realizar la tarea. Hay que perder tiempo en oficinas, fábricas, escuelas y observar los problemas que los usuarios tienen y qué herramientas utilizan para resolverlos en su trabajo diario y en su educación.

Una vez identificados los problemas y las herramientas que se utilizan, ver cuales de ellas envuelven algunas de las características que los usuarios encuentran difíciles de comprender. Esta son buenas candidatas para nuevas metáforas.

Evaluación de las metáforas

Una vez se han generado varias metáforas, es el momento de evaluar cual escoger para expresar la nueva funcionalidad. Aquí presentaremos cinco puntos para evaluar la utilidad de una metáfora de la interfaz.

Volumen de la estructura

Cuanta estructura nos proporciona la metáfora. Una metáfora con poca estructura nos será poco útil.

Aplicabilidad de la estructura

Qué parte de la estructura aplicable es relevante para el problema. Lo que es importante no lo que sea irrelevante, sino lo que pueda llevar al usuario en la dirección incorrecta o le pueda hacer caer en falsas expectativas.

Representatividad

¿Es la metáfora fácil de representar? Las metáforas ideales tienen representación visual, auditiva y palabras asociadas.

Adaptabilidad a la audiencia

Los usuarios tienen que entender la metáfora, porque aunque cumpla los otros criterios no nos sirve.

Extensibilidad

¿Qué más pueden hacer las metáforas? Una metáfora puede tener otras partes de la estructura que pueden ser útiles mas adelante.

Otra versión

Para establecer una metáfora, deberemos seguir los siguientes pasos:

1) **Identificar el tipo de comparación.** Debemos encontrar una relación entre la información familiar y la nueva. Por ejemplo la metáfora del escritorio puede ser adecuada para la descripción del sistema de ordenador. Los objetos en un escritorio se pueden coger, ubicar y manipular. En el ordenador, los objetos (representados por iconos) que se asemejan a papeles y carpetas pueden ser manipulados. Coger un documento es equivalente a presionar el botón del ratón sobre el icono y arrastrar.

   En general, un tono emocional en la metáfora incide sobre la actitud del usuario (deben ser compatibles). No todas las comparaciones son adecuadas.

   Ejemplo. *El sistema ha finalizado su actividad: metáfora de funeral o de parada.*

2) **Grado de ajuste**. Estudiar el grado de coincidencia y diferencias que existen.

   Ejemplo. *Máquina de escribir: Posición de teclas igual, pero no existe las opciones hacia atrás ni suprimir un carácter.*

El problema surge cuando no existe una relación completa entre la tarea conocida y la nueva. ¿Cómo se podría explicar mediante la metáfora de escritorio la expulsión de un disco en un Mac? No existe nada análogo. Además, la forma de realizarlo no es nada intuitiva, ya que se debe poner el disco sobre la papelera para expulsarlo (confuso).

6 Lenguaje visual para el diseño de metáforas

Las metáforas pueden conseguir su efectividad a través de la asociación con organizaciones, podemos asociar estructuras, clases, objetos, atributos a nombres o operaciones, podemos asociar procesos, algoritmos a verbos

Objetos familiares

Estas son algunas de las familias de objetos que pueden resultarnos más familiares:

- Escritorio: dibujos, ficheros, carpetas, papeles, clips, notas de papel.
- Documentos: libros, capítulos, marcadores, figuras; periódicos, secciones; revistas, artículos; cartas; formularios.
- Fotografía: álbumes, fotos, portafotos.
- Televisión: programas, canales, redes, anuncios comerciales, guías.
- Disco compacto, cassette, grabaciones, pistas, jukeboxes.
- Pila de cartas: cartas, pilas.
- Juegos: reglas del juego, piezas del juego, tablero de juego.
- Películas: rollos, bandejas de transparencias, presentaciones, rollos, películas, teatros.
- Contenedores: estanterías, cajas, compartimentos.
- Árboles: raíces, tronco, ramas, hojas.
- Red, diagrama, mapa: nodos, enlaces, hitos, regiones, etiquetas, bases (fondos), leyenda.
- Ciudades: regiones, hitos, caminos, casas, habitaciones, ventanas, mesas.

Verbos

Ejemplos típicos de conceptos de acción y las relaciones con los objetos:

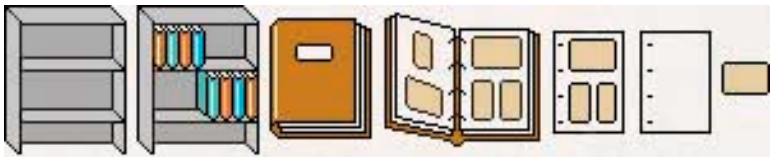
- Mover: navegar, conducir, volar
- Localizar: apuntar, tocar, enmarcar elemento(s)
- Seleccionar: tocar elemento, gravar elemento, poner dedo en elemento y moverlo
- Crear: añadir (nuevo), copiar
- Borrar: tirar, destruir, perder, reciclar, borrar (temporal o permanentemente)
- Evaluar: Mover botón, desplazar puntero, rodar, girar
- Vaciar, flujo: agua (tubos, ríos), electricidad

Ejemplo de construcción de una metáfora

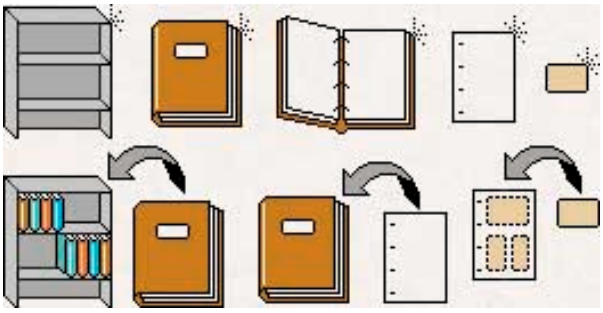
En este ejemplo planteamos el diseño de un conjunto de metáforas para el mantenimiento de un archivo de fotografías digitales.

Los pasos que seguiremos son:

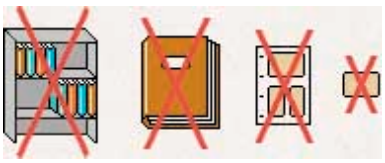
1) Escoger los objetos que están implicados. Hemos escogido estos: estantería, álbum, página, foto.
2) Asociar un elemento visual a los objetos anteriores. La asociación es:



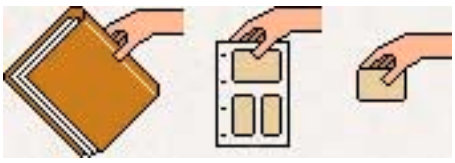
3) Escoger los verbos asociados a las acciones que se pueden dar:
   - Añadir estantería, álbum, página, foto.
   - Borrar estantería, álbum, página, foto.
   - Mover álbum, página, foto.
   - Seleccionar álbum, página, foto.
4) Construir un elemento visual para las páginas anteriores:
   - Crear



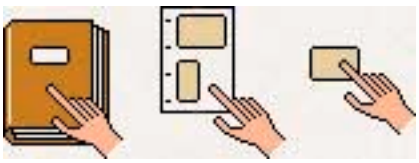
   - Borrar



   - Mover



- Seleccionar



Con este último paso hemos acabado con el diseño de la metáfora del álbum de fotos.

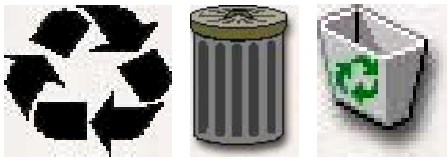
7 Ejemplos de metáforas

- Cortar:

Las tijeras nos representan rápidamente su funcionalidad de cortar papeles, ropa, etc.

Esta metáfora nos aporta la idea de cortar un trozo de documento, una parte de un dibujo, etc

- Papelera:



La papelera es una herramienta habitual en la mayoría de las culturas avanzadas. Sirve para poner todos los papeles o otros elementos que no nos sirven, para después tirarlo como basura. El símbolo de reciclaje se esta haciendo habitual en nuestra cultura. Esto nos permite ver que tenemos una papelera que permite reciclar los objetos que ponemos en ella.

- Pintar:

El bote de pintura es una herramienta muy común y de fácil comprensión. En esta metáfora del pote de pintura que se esta vaciando queremos hacer comprender al usuario que lo que hace es llenar de color el interior de un determinado objeto.

- Portapapeles:

El portapapeles es un componente del sistema operativo que nos permite pasar información entre aplicaciones, es decir pasar información entre aplicaciones diferentes.

Es fácil de intuir como utilizar el portapapeles, pero si nos limitamos estrictamente a la metáfora es muy pobre. No se puede recoger más de una cosa, no se sabe de donde vienen los documentos u objetos, no sabe todo lo que ha ido recibiendo. Todas estas posibilidades no están cubiertas por la metáfora y por tanto tienen que ser aprendidas. Esta metáfora, como hemos visto, presenta problemas de cobertura.

- Correo:

El correo es un elemento habitual en nuestra cultura, nos sirve para enviar información escrita con papel a un destinatario normalmente lejano. Utilizamos esta metáfora para la mensajería de correo electrónico.

En este conjunto de iconos de Microsoft Visual C++ podemos ver una implementación de una gramática icónica. Junto con la metáfora de una marca representado por una bandera que utilizamos para marcar un punto en un mapa por ejemplo, tenemos las acciones de avanzar, retroceder, borrar, señalar

8 ¿Qué es la interacción?

Interacciones

> *Todos los intercambios que suceden entre la persona y el computador* [BAE87].

Interacción multimodal

La mayoría de los sistemas actuales interaccionan a través de un teclado y una pantalla y normalmente también un ratón.

Cada uno de estos dispositivos se puede considerar canales de comunicación del sistema y corresponden con ciertos canales de comunicación humanas (tacto, vista, etc..)

Una interacción es multimodal cuando usa múltiples canales de comunicación simultáneamente.

Cada canal del usuario se puede considerar una modalidad diferente de interacción. Los sistemas actuales tienden a tener múltiples canales de comunicación de entrada/salida. Los seres humanos procesan la información simultáneamente por varios canales. Por ejemplo podemos ajustar el movimiento de un ratón mediante la voz.

9 Estilos de Interacción

¿Qué es un estilo de interacción?

> *Un término genérico para agrupar las diferentes maneras en que los usuarios se comunican o interaccionan con el ordenador* [PRE94].

Los estilos de interacción predominantes son:

1) La interfaz por línea de órdenes
2) Menús y formularios
3) Manipulación directa
4) Interacción asistida

Interfaz por línea de órdenes

La interfaz por línea de órdenes fue el primer estilo de interacción de uso generalizado y a pesar de todos los estilos de interacción que describiremos después todavía es muy utilizado.

Es una manera de dar instrucciones directamente al ordenador. Pueden tener la forma de teclas de función, un carácter, abreviaciones cortas, palabras enteras o una combinación de las dos primeras. La ventaja de utilizar un solo carácter o una tecla de función es que presionando una o dos veces la tecla se ejecuta la orden. La desventaja es que es más difícil de recordar que un nombre bien escogido. Dar a las órdenes nombres apropiados es importante porque ayuda a recordar a qué hacen referencia

La interfaz por línea de ordenes es potente porque ofrece acceso directo a la funcionalidad del sistema. También es muy flexible: la orden normalmente tiene una serie de opciones o parámetros para modificar su comportamiento y puede ser aplicado a muchos objetos a la vez haciéndolo útil para tareas repetitivas.

No obstante, esta flexibilidad y potencia es al mismo tiempo el problema de su dificultad de aprendizaje. Para poder escribir una orden en la línea hacer falta tenerla memorizada porque no hay una indicación visual de la orden que se necesita. Es evidente por tanto que son mas útiles para usuarios expertos que para usuarios noveles.

Este problema puede reducirse utilizando nombres de órdenes con sentido y consistentes aunque normalmente debido a los estándares establecidos en el inicio estos nombres normalmente son crípticos y varía entre diferentes sistemas.

Las interfaces orientadas a órdenes más conocidas son:

- El shell de UNIX
  ```
  $ ls –la
  $ mv msmail
  ```
- MSDOS
  ```
  C:>pwd
  Comando o nombre de archivo incorrecto
  C:>ls -la *.c
  Comando o nombre de archivo incorrecto
  C:>dir *.c
  ```

Ventajas y desventajas

Ventajas

- Flexibilidad
- Permite la iniciativa del usuario
- Es atractivo para usuarios expertos
- Potencialmente rápido para tareas complejas
- Capacidad para hacer macros

Desventajas

- Requiere una memorización y entrenamiento importante
- Difícil de memorizar
- Gestión de errores pobre

Menús y navegación

Un menú es un conjunto de opciones visualizadas en la pantalla, que se pueden seleccionar y la selección de una de ellas o más supone la ejecución de una orden

subyacente y normalmente un cambio en el estado de la interfaz. A diferencia de la interfaz por línea de ordenes, los usuarios tienen la ventaja de no tener que recordar ni palabras, ni sintaxis, siempre y cuando los textos que acompañan a los menús sean significativos, lo que no siempre se produce.

Uno de los problemas que tienen los menús es que ocupan mucho espacio en la interfaz. Para resolver el problema surgieron los menús desplegables o menús pop–up. En el primer caso el menú consiste en un texto inicial que define un conjunto de opciones y al interaccionar con el despliega la lista de opciones hacia abajo y en el momento que seleccionamos un elemento el menú vuelve al estado inicial y el sistema ejecuta la acción correspondiente. Los menús pop–up aparecen a partir de una acción realizada en un punto cualquiera de la pantalla hasta que se seleccionar una acción o se desactiva.

Los menús se pueden seleccionar mediante una acción del ratón o a través de una combinación de teclas. Existe una opción estandarizada, por ejemplo, de pulsar la tecla *Alt* para acceder al menú y después utilizar las letras que estén sobre indicadas en el menú que, tal como se ven en la Figura 4, están subrayadas.

Figura 4 Acceso a menú por teclado

La estructura de un menú de una aplicación se organiza de una manera jerárquica, existen guías de estilo que explican como hacer la estructura básica de un menú. El número de opciones ideal en un menú está entre 3 y 8.

Manipulación directa

La interfaz por línea de ordenes nació de los teletipos y la navegación por menú de las pantallas de texto. Las pantallas gráficas de alta resolución y los dispositivos de apuntar como el ratón han permitido la creación de los entornos de manipulación directa que crean una representación visual del *mundo de las acciones* que incluye visualización de objetos y acciones de interés. Estas ideas fueron aplicadas al ordenador Xerox Star y posteriormente al Apple MacIntosh que fue el primer ordenador de manipulación directa que tuvo éxito comercial.

Figura 5 MacIntosh, ordenador de manipulación directa

El término *manipulación directa* describe sistemas que tienen las siguientes características:

- Representación continua de los objetos y de las acciones de interés
- Cambio de una sintaxis de comandos compleja por la manipulación de objetos y acciones

- Acciones rápidas, incrementales y reversibles que provocan un efecto visible inmediatamente en el objeto seleccionado [SCH91].

Típicamente, los sistemas de manipulación directa tienen iconos representando objetos que pueden ser movidos por la pantalla y manipulados controlando un cursor con un ratón. Aunque pensamos que los sistemas de manipulación directa, en un futuro, podrán tener otros ejemplos, la podemos asociar a las interfaces gráficas de dos dimensiones, el primero de los cuales fue el MacIntosh. Las ventajas de un sistema de manipulación directa nos las explica BEN SCHNEIDERMAN, profesor de la Universidad de Maryland, quien acuñó dicho termino.

- Los nuevos usuarios pueden aprender las funcionalidades básicas más rápidamente.
- Los usuarios experimentados pueden trabajar rápidamente para hacer una amplia variedad de tareas.
- Los usuarios intermitentes pueden memorizar los conceptos operacionales. Los mensajes de error son poco necesarios.
- Los usuarios pueden ver inmediatamente si sus acciones responden a sus objetivos y no cambiar.
- Los usuarios tienen menos ansiedad porque el sistema es comprensible y porque las acciones son reversibles.
- Los usuarios cogen confianza porque cuando inician una acción, controlan y pueden predecir la respuesta.

Uno de los problemas con la manipulación directa es que no todas las tareas pueden ser descritas por objetos concretos y no todas las acciones se pueden hacer directamente. Por ejemplo, uno de los primeros problemas que se presentaron fue como representar el concepto de buffer, que se solucionó utilizando el concepto de *cortar* y *pegar*.

La interfaz WIMP

Éste es, en la actualidad, el entorno más común de manipulación directa. WIMP quiere decir Ventanas, Iconos, Menús y Apuntadores (*Windows, Icons, Menus and Pointers*).

1) *Ventanas*. Las ventanas son áreas de la pantalla que se comportan como si fuesen terminales independientes, permitiendo que tareas independientes puedan verse al mismo tiempo. Los usuarios pueden dirigir su atención a las diferentes ventanas. Si una ventana se cabalga sobre la otra, la segunda queda cubierta por la primera, la cual se recupera al volverla a seleccionar.

2) *Iconos*. Las ventanas se pueden cerrar y perderse o reducirlas a un icono. Esto permite tener muchas ventanas en la pantalla. EL icono ahorra espacio en la pantalla y sirve de recordatorio al usuario que puede continuar el diálogo restaurando la ventana a su tamaño original. Los iconos también se pueden utilizar en otros aspectos del sistema como una papelera para lanzar ficheros que se quieren borrar. Los diseños de los iconos pueden ser muy variados, pero lo importante es que su representación sea significativa.

3) *Punteros*. El puntero es un componente muy importante de la metáfora WIMP, ya que la manipulación directa se apoya en apuntar y seleccionar objetos. Tal como se ha comentado previamente el ratón, el joystick y el trackball permiten hacer estas tareas. El usuario ve un cursor en la pantalla que se controla con el dispositivo apuntador

4) *Menús*. Presenta una lista alternativa de operaciones o servicios a seleccionar. Los menús nos dan indicaciones de intenciones en forma de una lista. Esto representa que los nombres de las órdenes en el menú han de tener significado y ser informativas. El dispositivo de seleccionar sirve para indicar la opción deseada. Cuando movemos el puntero a la posición de un ítem, este es modificado por un cambio de color o de vídeo inverso con tal de indicar que es el candidato potencial a ser seleccionado. Finalmente la selección requiere otra

acción, como por ejemplo un botón del ratón. Los menús normalmente disponen de aceleradores de teclado, que son combinaciones de teclas que tienen el mismo efecto que seleccionar el menú. Esto permite que usuarios expertos familiarizados con el sistema, trabajen mas rápidamente.

Interacción asistida

Somos conscientes que el ordenador se está utilizando en un conjunto muy amplio de actividades diarias: búsqueda de información, correo, entretenimientos, etc. Al mismo tiempo que el ordenador se hace más habitual en la vida diaria un número creciente de nuevos usuarios comienza a utilizarlo y este número continuara creciendo, aunque desgraciadamente la manera como la gente interacciona con los ordenadores no responde a estas necesidades.

Figura 6 Un fragmento del vídeo del navegante del conocimiento, primer ejemplo de agente personal

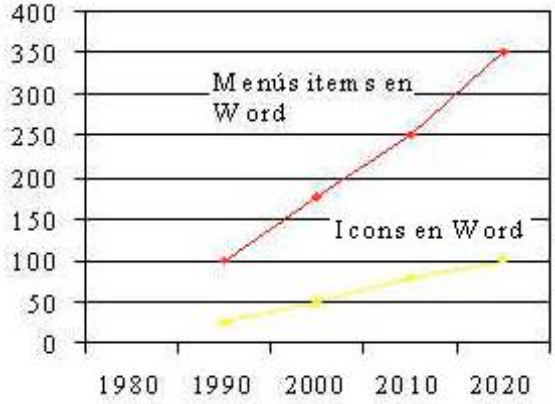


Figura 7 Aumento de menús e iconos en Word

El estilo de interacción dominante, el de manipulación directa, requiere que el usuario explicite todas las tareas y controle todos los eventos. Este estilo ha de cambiar si queremos que los nuevos usuarios hagan un buen uso de los ordenadores y redes del futuro.

Actualmente comienza a utilizarse un nuevo estilo de interacción que denominaremos *interacción asistida* que utiliza la metáfora del asistente personal o agente que colabora con el usuario en el mismo ambiente de trabajo y el usuario en vez de dirigir la interacción, trabaja en un entorno cooperativo en que el usuario y los agentes o asistentes se comunican, controlan eventos y realizan tareas.

Este tipo de interacciones permitirán reducir el esfuerzo necesario para realizar tareas, debido a que en el caso de la manipulación directa para realizar una tarea hay que seleccionar objetos y seleccionar acciones. En el caso de la interacción asistida se pueden provocar cambios en los objetos que no corresponden una por una con las acciones del usuario. La idea de utilizar agentes en la interfaz fue introducida por visionarios como NEGROPONTE [NEG70] y ALAN KAY [KAY90]. También la empresa Apple produjo un vídeo donde exponía su visión del ordenador del futuro con un agente antropomórfico de soporte.

Agentes de la interfaz

¿Que es un agente? Según HENRY LIEBERMAN es un programa que puede ser considerado por el usuario como un asistente o programa que le ayuda y no se le considere una herramienta desde el punto de vista de una interfaz de manipulación directa. Un agente tiene que presentar algunas (quizás no todas) las características que asociamos con la inteligencia humana: Capacidad de aprender, inferencia, adaptabilidad, independencia, creatividad, etc. [LIE97]. Según PATTIE MAES el usuario delega una tarea a un agente mas que ordena al agente realizar la tarea [MAE94].

Las interfaces de manipulación directa visualizan representaciones de objetos físicos o conceptuales y permiten a los usuarios hacer acciones que cambien el estado de los objetos. En una interfaz de manipulación directa los cambios en el estado de la pantalla son más o menos, una a una, con las acciones hechas explícitamente por el usuario.

Un agente de la interfaz es como un programa que también puede afectar los objetos de una interfaz pero sin instrucciones explícitas del usuario. El agente de la interfaz lee la entrada que el usuario presenta en la interfaz y puede hacer cambios en los objetos que el usuario ve en la pantalla, aunque no necesariamente una–a–una con las acciones del usuario. El agente puede observar muchas interacciones del usuario antes de hacer una acción o con una sola interacción puede lanzar una serie de acciones y actuar en determinados períodos de tiempo que le hemos fijado [LIE97].

Los agentes son más discretos que los asistentes, trabajan en segundo plano y actúan por propia iniciativa, cuando encuentran información que puede ser relevante para el usuario. Se pueden añadir agentes especializados a entornos existentes.

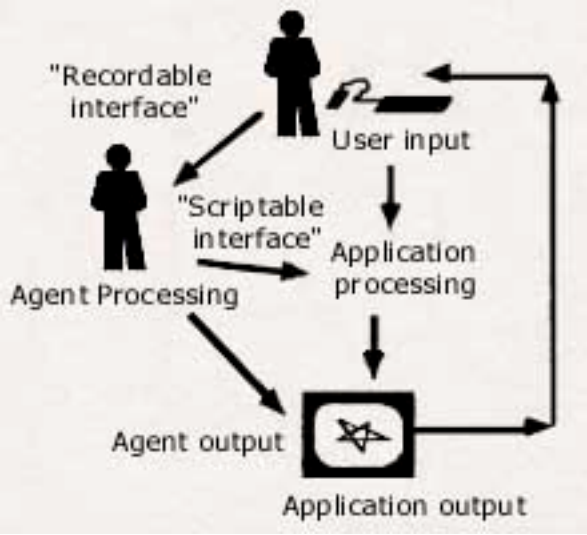


Figura 8 Esquema agente–usuario–ordenador

Las características de los agentes son:

- Autonomía, i.e. Trabajan en segundo plano y si no se les pide explícitamente observan al usuario y a las fuentes de información accesibles.
- Inteligencia, i.e. Actúan por su propia iniciativa y pueden trabajar en entornos heterogéneos adaptándose a múltiple situaciones (no necesariamente utilizan la misma estrategia de resolución cada vez).
- Uso personal, i.e. Se adaptan y aprenden del usuario y no insisten en una determinada solución si el usuario decide otra (la reglamentación por parte del usuario es una característica de los agentes inteligentes). Los agentes pueden tomar decisiones en situaciones que no son cómodas para el usuario, pero nunca han de forzar a tener un cierto comportamiento.

La implementación de agentes es una tarea difícil, que se puede realizar en entorno orientados a objetos hasta con técnicas que utilicen sistemas basados en conoci-

mientos o aprendizaje (por ejemplo sistemas expertos o redes neuronales). Estas técnicas son especialmente importantes para modelar entornos en tiempo real o de sentido común. Nada mas esta habilidad hará que los agentes sean útiles para usuarios no técnicamente entusiastas.

Los agentes son el camino para que el conocimiento de fuentes de información se puedan utilizar efectivamente, considerando la complejidad de los nuevos sistemas de información. La idea de utilizar agentes no es nueva. Hace una década, ALAN KAY, MARVIN MINSKY y otros ya trabajaban en el tema, pero hoy día es una necesidad real.

Con el uso de los agentes, los usuarios se liberan de muchas tareas rutinarias —como la de hacer copias de seguridad o la búsqueda de noticias o determinados temas— evitando fuentes de errores como resultado de la pereza natural hacia las necesidades no humanas del ordenador.

Los agentes permitirán hacer los ordenadores usables y útiles para personas que no están motivadas por la tecnología. Un aspecto que los asistentes y agentes tienen en común es la multitarea, porque normalmente trabajan en segundo plano o sin preferencia.

Integración de agentes con otras aplicaciones

En este apartado presentaremos como utilizar mecanismos de comunicación entre aplicaciones para implementar agentes que sean independientes de aplicaciones. Nos centraremos en agentes que aprenden observando las acciones del usuario con la interfaz y que es capaz de generar procedimientos generalizados de automatizar tareas para el usuario. Estos mecanismos de comunicación actuales están lejos de ser una plena cooperación agente–aplicación.

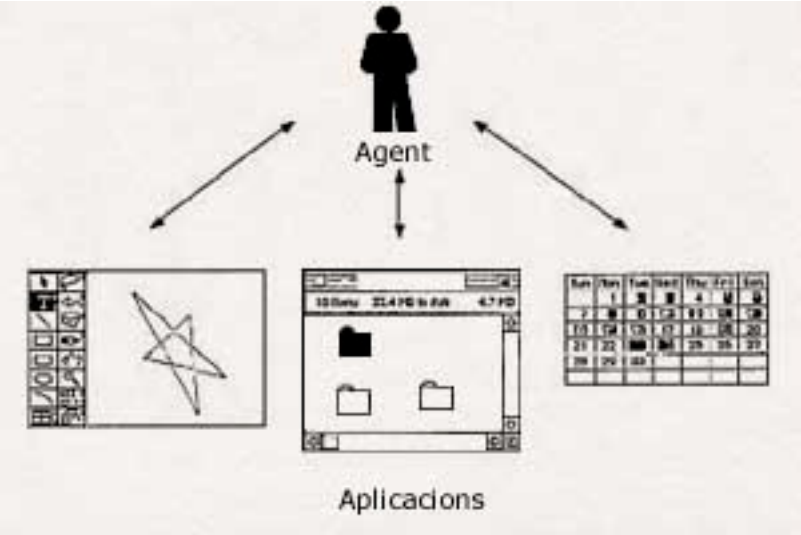


Figura 9 Conexión de los agentes con las aplicaciones

Inicialmente describiremos las propiedades que deben tener las aplicaciones para poder interaccionar con agentes.

1) Escriptable. Una aplicación es escriptable si nos da un medio (a través de un lenguaje script o mediante un API a un agente externo de llamar las órdenes de la aplicación.

2) Recordable. Una aplicación es recordable si es capaz de informar a un agente externo que el usuario es capaz de realizar una función por menú, por icono o por teclado.

3) Examinable. Una aplicación es examinable si se puede revisar periódicamente las estructuras de datos de la aplicación y tratar de inferir las acciones que se están realizando con la interfaz de usuario comparándolo con otros estados de las estructuras de datos.

Aspectos a considerar en la integración agente–aplicación

Granularidad del protocolo de eventos. En el diseño de la aplicación hace falta ponerse de acuerdo con el conjunto de eventos que la aplicación ha de pasar al agente y que el agente ha de aceptar.

Compartir la interfaz. Otro aspecto a considerar es la necesidad de que el agente pueda compartir o modificar la interfaz.

Ejemplo: El agente de Microsoft

Tecnología ActiveX® para agentes interactivos.

Microsoft Agent permite incorporar una nueva forma de interacción conocida como interfaces conversacionales que incorporan aspectos de la comunicación social. Además la entrada por teclado y ratón, incluye un soporte opcional para el reconocimiento de voz, de tal manera que las aplicaciones puedan responder a órdenes de voz. Los agentes pueden responder utilizando voz sintetizada, voz grabada o texto en forma de bocadillo de cómic.

Asistentes

Los asistentes son entidades computacionales que nos asisten en el uso de las aplicaciones existentes. Los asistentes nos exponen de una manera fácil que es el que se ha de hacer y pueden entender palabras escritas o habladas o acciones gráficas y interpretarlas. Interpretar quiere decir que el asistente puede hacer acciones complejas o ordenes cortas Un requerimiento importante para los asistentes es que han de ser muy flexibles en la manera en que reciben las instrucciones. Los asistentes son muchas veces mas flexibles que los menús y las macros porque el usuario nada mas dice lo que quiere hacer. Los asistentes necesitan mucha información durante las interacciones gráficas del usuario y en consecuencia habrían de ser capaces de aprender del usuario. El usuario activa un asistente seleccionando órdenes y accionando un botón de asistencia o haciendo una acción gráfica encima de él. Los asistentes son bastante habituales en las aplicaciones actuales y a veces alguna aplicación tiene mas de uno.

Ejemplo de asistente

Nos permite a través de la realización de una serie de tareas tal como se ve en la Figura 10 la conversión de una presentación PowerPoint a una presentación basada en WEB. Dispone de una serie predefinida de formatos, se escoge uno y finalmente deja toda la información en un directorio que escogemos.

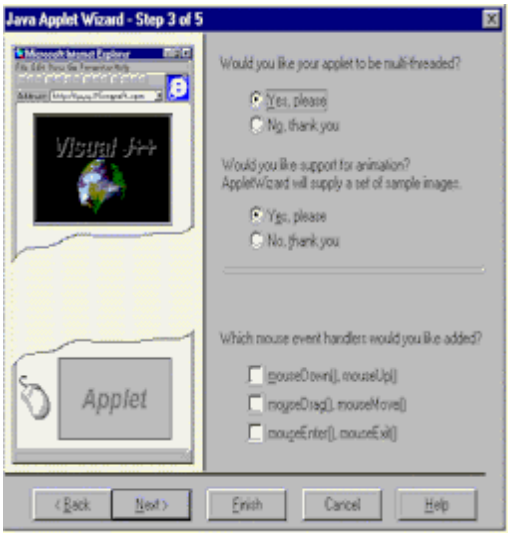


Figura 10 Asistente de generación de una presentación PowerPoint a formato HTML

Ordenadores emocionales

Los últimos resultados científicos indican que las emociones desempeñan un papel esencial en la toma de decisión, opinión, aprendizaje, etc. —es decir, influencian los mismos mecanismos del pensamiento racional. No solamente demasiado, pero demasiado poca emoción puede deteriorar la toma de decisión. Según Rosalind Picard, si quisiéramos que los ordenadores sean genuinamente inteligentes y que obraran recíprocamente naturalmente con nosotros, debemos dar a ordenadores la capacidad de reconocer, de entender, tener y expresar emociones.

10 Paradigmas

¿Qué es un paradigma?

La palabra paradigma viene del latín *paradigma* y este del griego *parádeigma* que quiere decir ejemplo, modelo y en este aspecto los paradigmas de interacción representan los ejemplos o modelos de los que se derivan todos los sistemas de interacción. Es una abstracción de todos los posibles modelos de interacción organizados en grupos con características similares.

Los paradigmas interactivos actuales son:

1) El ordenador de sobremesa
2) La realidad virtual
3) La computación ubicua
4) La realidad aumentada

Ordenador de sobremesa

Actualmente es el paradigma dominante. La interacción se realiza normalmente aislado del entorno, el usuario básicamente interacciona sentado en una mesa con un ordenador de sobremesa de manipulación directa.

Hasta hoy día los ordenadores personales no se corresponden con su nombre. La mayor parte de los ordenadores están puestos en una mesa e interaccionan con sus propietarios, nada más una pequeña fracción del día. Los ordenadores de notas han hecho la movilidad un poco mas factible, pero continúan utilizando el mismo paradigma, todo y que comienzan a modificar el escenario.

Entornos virtuales y realidad virtual

Los términos entorno virtual y realidad virtual describen una amplia variedad de estilos de interacción que va desde interfaces en tres dimensiones con las que se puede interaccionar y actualizar en tiempo real hasta sistemas en que el nivel de autonomía, interacción y sensación de presencia es prácticamente igual al del mundo real.

Las condiciones para hablar realmente de un sistema de realidad virtual son las siguientes:

1) Sensación de presencia física directa. El usuario tiene una sensación de presencia física o experiencia directa mediante indicaciones sensoriales creadas por la tecnología. Estas indicaciones normalmente visuales pueden ser también de audio o hápticas o combinaciones de las tres.

2) Indicaciones sensoriales en tres dimensiones. La información normalmente visual se presenta en tres dimensiones.

3) Interacción natural. Normalmente los sistemas de realidad virtual permiten manipular los objetos virtuales utilizando los mismos gestos que se utilizan para manipular objetos reales: Coger objetos, girar, tirar, etc..

Una de las formas mas comunes de interacciones virtuales es mediante el uso de cascos y ratones 3D. Tal como hemos visto en el capítulo de dispositivos de interacción el casco nos permite la visualización tridimensional y el posicionamiento mediante los 6 grados de libertad y el ratón nos permite la interacción mediante si visualización como una mano virtual que podemos mover y realizar operaciones de selección y acciones como abrir puertas, coger objetos mediante el uso de los botones del ratón.

El dataglove permite ampliar y mejorar estas acciones añadiendo la posibilidad de realizar acciones con las posiciones de los dedos. El uso de dispositivos hápticos añade a estas posibilidades el poder experimentar fuerza sobre los objetos.

La cueva (CAVE)

La cueva es un espacio cúbico de 3x3x3 metros, delimitado por tres paredes (una frontal y dos laterales). Las tres paredes y el suelo son pantallas de proyección: en las paredes es retroproyección y en el suelo es proyección frontal del techo. Las imágenes proyectadas son en tres dimensiones y es preciso utilizar las gafas de cristal líquido con tal de percibir un efecto de estereoscopia. El usuario se puede mover dentro de este espacio mirando las imágenes proyectadas (en las paredes y en el suelo) y por esta razón, es preciso que tenga un sensor de posición y orientación que permita al ordenador saber donde está el usuario. De esta manera, el ordenador puede generar las imágenes con la proyección perspectiva correcta para casa plano de proyección, de forma que la percepción estereoscópica sea efectiva. El usuario interacciona con los entornos mediante un dispositivo tipo *joystick aéreo* denominado *wand,* con una serie de botones y un sensor de posición, orientación. El espacio también está provisto de un sistema que genera sonido cuadra fónico.

La característica más importante de la cueva es que es un sistema multiusuario, es decir hasta cinco personas con gafas se pueden mover dentro de este espacio. Un usuario dirige la interacción mediante el uso del *wand* [PAR00]

Beneficios y problemas

- Simulaciones imposibles en otro estilo
- Alto coste
- Cansancio del usuario

Ejemplos de uso de la realidad virtual:

- Entrenamiento de operarios de una central nuclear
- Entrenamiento de bomberos
- Reconstrucciones virtuales de patrimonio histórico

Computación ubicua

En 1991, MARK WEISER (Xerox PARC) ilustró un nuevo paradigma de interacción publicando un artículo sobre su visión acerca de la *Computación Ubicua* [WEI91]. En su visión, WEISER explica que la *computación ubicua* trataría de extender la capacidad computacional al entorno del usuario, permitiendo que la capacidad de información esté presente en todas partes en forma de pequeños dispositivos muy diversos que permiten interacciones de poca dificultad, conectados en red a servidores de información. El diseño y localización de estos dispositivos deben ser ideados especialmente para la tarea objeto de interacción. La computación, por tanto, deja de estar localizada en un único punto para pasar a diluirse en el entorno. El orde-

nador queda delegado a un segundo plano, intentando que resulte lo más transparente posible al usuario. Esta idea suele referirse con el término de "omnipresencia" de la computación. ALAN KAY denomina a la computación ubicua el tercer paradigma [WEI96].

Por tanto ya no existirá nunca más una estación de trabajo y una sola pantalla donde interaccionar, sino una serie de visualizaciones por todas partes permitiendo interacciones de poca dificultad. Los dispositivos necesarios para acceder a este sistema estarían disponibles en cualquier parte

Descrita de esta manera la computación ubicua no es la realidad virtual con la que a veces se confunde La realidad virtual trata de crear un mundo virtual no existente en favor de uno imaginario, la computación ubicua por contra forma parte del mundo real y lo mejora.

Respecto al paradigma de la sobremesa, DONALD NORMAN en su libro *The invisible computer* [NOR98] insiste en la idea de que el ordenador personal es probablemente la tecnología mas frustrante jamás fabricada. Propone que el ordenador tiene que ser visto como una infraestructura. Tiene que ser silencioso, invisible y no obstructivo pero es demasiado visible, demasiado exigente y controla nuestro destino. Su complejidad y sus frustraciones son debidas a la concentración de demasiadas funciones en una caja que está en nuestra sobremesa.

Figura 11 MARK WEISER y su grupo en un entorno ubicuo

El paradigma de computación ubicua está inspirado en el acceso constante a la información y en las numerosas capacidades computacionales [ABO00].

Dada la variedad de dispositivos existentes hoy en día —insignias activas, marcas, WAPs palmtops, tabletas, pizarras electrónicas, entre otros—, podemos decir que la visión de WEISER ha pasado a ser una realidad tecnológica. Así, podemos hablar hoy en día de entornos en los que los usuarios no interaccionan directamente con ordenadores, sino que opera en un entorno integrado coherente que incorpora ordenadores y dispositivos de interacción de todos los tamaños y tipos. Avances recientes en comunicaciones sin hilos y ordenadores móviles podrán extender la computación ubicua a cualquier sitio, a cualquiera, y en cualquier momento.

Los avances en hardware que se han producido no son suficientes para que se realice el cambio de paradigma de la sobremesa a la computación ubicua. No podemos simplemente adaptar entornos de software realizados para soportar una persona, una pantalla, un entorno de ordenador (ya sea sobremesa, portátil o PDA). El problema es crear un entorno de software/hardware que soporte la multi–persona, el multi–dispositivo, diferentes lugares de una manera integrada, hecho a partir de la tecnología existente pero aportando coherencia sobre el entorno como un todo. Esto implica al mismo tiempo integración del sistema de tal manera que todos los dispositivos puedan ínter operar y una integración de la interacción [WIN97].

Realidad aumentada

Introducción

La Realidad Aumentada (RA) es un paradigma de interacción que trata de reducir las interacciones con el ordenador utilizando la información del entorno como una entrada implícita. Con este paradigma el usuario será capaz de interaccionar con el mundo real, el cual aparece aumentado por la información sintética del ordenador. Con ello se consigue integrar los dos mundos (el real y el computacional), obteniendo como resultado una disminución importante del coste interactivo. La situación del usuario será automáticamente reconocida utilizando un amplio conjunto de métodos de reconocimiento.

Figura 12 Visión del Partenón en RA

Con todo ello podemos afirmar que con el paradigma de la RA se consigue asistir y mejorar la interacción entre los humanos y el mundo real. Permite la integración del uso del ordenador en la mayoría de las actividades de la vida cotidiana, posibilitando el acceso a usuarios diversos y no especializados, dado que los objetos de la vida cotidiana se convierten en verdaderos objetos interactivos.

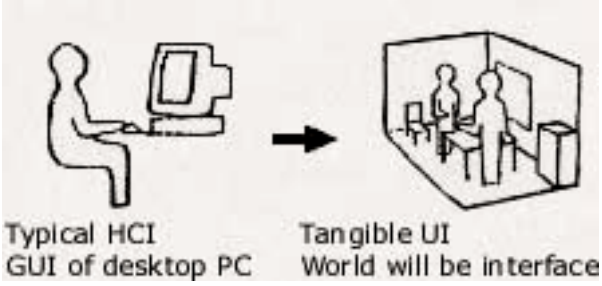


Figura 13 Comparación entre manipulación directa y realidad aumentada

Así, la RA permite al usuario permanecer en contacto con su entorno de trabajo de forma que su foco de atención no esté en el ordenador, sino en el mundo real, refiriéndonos a éste como *mundo real aumentado*. Explotando las habilidades visuales y espaciales de los usuarios, la RA traslada información adicional al mundo real, en vez de introducirlos en el mundo virtual del ordenador. Se pueden utilizar métodos de reconocimiento como tiempo, posición o reconocimiento de objetos utilizando la visión por ordenador. También podemos hacer más comprensible el mundo real para el ordenador usando, por ejemplo, códigos de barra.

El papel que juega el ordenador es el de asistir y mejorar las relaciones e interacciones entre las personas y el mundo real. Este paradigma de la interacción y visualización de información constituye el centro de una nueva y muy prometedora tecnología para muchas aplicaciones. La RA puede ser muy útil en multitud de sectores como medicina, arquitectura, diseño interior, construcción, ingeniería civil, diseño de automóviles, mantenimiento mecánico y reparación, etc. De todas formas, las aplicaciones reales para RA imponen una fuerte demanda de tecnología que todavía no se ha alcanzado. En qué se diferencia la realidad aumentada de la computación ubicua? La diferencia es muy clara. Mientras que la computación ubicua continua utilizando dispositivos informáticos de bajo coste interactivo, la realidad aumentada utiliza la propia realidad para interaccionar, sin incurrir en la necesidad de adoptar nuevos procedimientos de trabajo. Todo lo contrario, se mantie-

nen los métodos tradicionales que garantizan la familiarización del usuario con el entorno.

Corrientes existentes

Existen dos corrientes importantes en este nuevo paradigma. Por un lado el derivado de aplicar la realidad virtual en el mundo real, y por otro lado el uso de dispositivos que aumentan la realidad y interaccionan directamente con ella.

En el primer caso se trata, pues, de una nueva tecnología que aumenta o mejora la visión que el usuario tiene del mundo real con información adicional sintetizada mediante un modelo computerizado, las cuales se superponen mediante el uso, generalmente, de unas gafas especializadas. Los usuarios pueden trabajar y examinar objetos 3D reales mientras reciben información adicional sobre estos objetos o sobre la tarea que se está realizando.

En el segundo caso el usuario será capaz de interactuar con el mundo real, el cual estará aumentado por la información sintetizada por el ordenador. No se trata de superponer la información real con la virtual, como es el caso de la anterior, sino de hacer participar diversos objetos de la vida cotidiana – ya sea un bolígrafo o un bloc de notas – que automáticamente interaccionan con el sistema sin que para ello sea necesario realizar ninguna acción específica. Esto es importante puesto que evitamos que el usuario tenga que familiarizarse con un nuevo entorno de trabajo.

Líneas de trabajo

Superficies interactivas Transformación de la superficie dentro de un espació arquitectónico (paredes, mesas, puertas, ventanas como una interfaz activa entre el mundo físico y el mundo real.

Acoplamiento de bits y átomos Acoplamiento sin interrupciones entre los objetos de cada día que se pueden coger (tarjetas, libros, modelos) con la información digital que está relacionado con ellos.

Medio ambiente Uso del medio ambientes como el sonido, la luz, corrientes de aire o movimientos de agua como una interfaz de fondo.

Ejemplos La realidad aumentada en esta segunda línea es un tema muy nuevo y no hay muchas implementaciones realizadas. Existen algunos ejemplos descritos en el artículo de HIROSHI ISHII [ISH97] del MIT que describe tres ejemplos: Metadesk, Ambient room y Transboard.

Diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual

La Realidad Virtual (RV) ha sido un tema de gran interés en los últimos tiempos. Menos atención se ha puesto en el campo de la Realidad Aumentada (RA) a pesar de su similar potencial. En los sistemas de RV el usuario está completamente inmerso en un mundo artificial y no hay manera alguna de interactuar con objetos del mundo real. En contraposición con la RV, en la tecnología de la RA los usuarios pueden interactuar con una mezcla de mundo real y virtual de una forma natural.

Así, la diferencia entre RV y RA está en el tratamiento que hacen del mundo real. La RV sumerge al usuario dentro de un mundo virtual que completamente reemplaza el mundo real exterior, mientras que la RA deja al usuario ver el mundo real alrededor de él y aumenta la visión que éste tiene de su entorno mediante la superposición o composición del objetos 3D virtuales. Idealmente esto daría la ilusión al usuario de que los objetos del mundo real y virtual coexisten.

Se podría decir que los sistemas de RA llevan el ordenador al entorno de trabajo real del usuario, mientras que los sistemas de RV intentan llevar el mundo al interior del ordenador. Dicho de otro modo, la RA lleva información dentro del mundo real del usuario en vez de llevar al usuario dentro del mundo virtual del ordenador.

Ordenadores corporales

El ordenador debe poder llevarse encima, tal y como se llevan unas gafas o un vestido, y debe interaccionar con el usuario según el contexto en el que se encuentre. El objetivo del ordenador corporal debe ser el conseguir enlazar la información del espacio personal del usuario (su entorno), con la propia información de un sistema informático. Para conseguirlo, debe ofrecer toda su funcionalidad de una manera natural y sin obstáculos (cómoda), permitiendo al usuario concentrar toda su atención en la tarea que está realizando sin que sufra distracciones por la utilización del propio sistema.

Un ordenador corporal puede usarse sin tener que emplear las manos (o reduciendo al mínimo dicha interacción con la utilización de dispositivos de entrada especiales como los "chording keyboards"), y sin necesidad de desviar la mirada para ver la pantalla del dispositivo electrónico. El ordenador corporal responde a órdenes habladas (reconocimiento de voz), se integra con la vestimenta, y la pantalla donde se visualiza la información está colocada de tal manera que no obliga a desviar la vista del trabajo que se está realizando.

Figura 14 Gafas en realidad aumentada

En la actualidad, los chips van siendo cada vez más pequeños y baratos, pero a su vez más potentes. Uno de los desafíos de los científicos, todavía lejos de conseguir, es hacer el ordenador corporal invisible a la vista, integrándolo totalmente en la vestimenta humana o en complementos a la misma (relojes, pendientes, gafas, zapatos, etc.). Es decir, en cualquier sitio en el que un par de centímetros se encuentren disponibles.

Figura 15 Ordenador corporal

Los ordenadores corporales abrirán la puerta de cientos de posibles aplicaciones, permitiendo al usuario escapar del despacho y aventurarse al mundo exterior sin tener que llevar su ordenador portátil. Médicos, secretarias, hombres de negocios, padres, profesores, policías, bomberos y estudiantes son unos pocos ejemplos de

grupos para los que se están buscando las posibilidades de aplicación de los ordenadores corporales.

Dispositivos utilizados en RA

La siguiente lista de dispositivos no tiene porqué estar presentes en todas las aplicaciones de la tecnología de la RA, pero sí que se podría decir que son específicos o indicativos del uso de RA. Dependerá de cada uso concreto, los dispositivos que se utilizarán y la configuración de los mismos.

Un equipo estándar podría ser el siguiente: ordenador (a ser posible con aceleración de gráficos 3D), un sistema GPS diferencial, unas gafas o un sistema de visión montado en casco (con seguidor de orientación) o head–trackers, etc.

El problema clave en la RA es el del registro de los objetos. Se ha de almacenar la información sobre el objeto virtual para sobreimpresionarla posteriormente sobre el objeto. En los sistemas típicos de RA se utilizan seguidores del movimiento de la cabeza para procesar la orientación conjuntamente con sensores de sonar y scanners para detectar los objetos reales. El problema principal es la falta de sensibilidad. La mayoría de "head–trackers" comerciales no proporcionan la suficiente.

De todos modos, enumeraremos algunos de los dispositivos que suelen estar presentes y darán una idea más clara al lector de lo que la RA implica.

Gafas montado en casco (see–through head–mounted display)

En el espíritu de las primeras "see–through head–mounted display" desarrolladas por SUTHERLAND [SUT68]. Como su nombre indica van montadas sobre la cabeza y permiten mostrar gráficos sobreimpresionados sobre lo que puede ver la persona que las lleva. Se utilizan en ordenadores corporales y en aplicaciones tales como de construcción, de mantenimiento mecánico y reparación, etc. Normalmente incorporan un seguidor de orientación "head–tracker".

Aplicaciones: Algunos escenarios de RA

Mencionar todas las áreas de aplicación de la tecnología de la RA sería un tarea interminable y fuera del propósito de este trabajo. Por este motivo, se expondrá una lista incompleta de escenarios de aplicación en los que la RA se prevé que será muy beneficiosa. Algunas de estos escenarios ya son una realidad hoy en día.

El fontanero del futuro

Supóngase que estamos en el año 2005 y que una cierta compañía quisiera remodelar una habitación para colocar un fregadero de cocina. Para instalar las tuberías necesarias de agua caliente y fría se contrata a un fontanero y éste visita la compañía para hacer los planos requeridos y presupuestar la obra.

El "fontanero del futuro" llega llevando consigo un pequeño ordenador y después de discutir donde se colocará el fregadero, abre la maleta de su ordenador personal y retira lo que parecen ser unas gafas de sol gigantes. Las gafas de sol están conectadas con un cable al ordenador personal. Cuando se pone las gafas, éstas actúan exactamente como unas gafas de sol normales, es decir, él ve una versión oscurecida de la habitación alrededor suyo. Pero después de pulsar unas cuantas teclas en su ordenador, cuando mira de nuevo alrededor, además de la habitación ve unos gráficos sobreimpresionados de muchos objetos que normalmente son invisibles. Así, él ve unas líneas amarillas dentro de los muros que representan la localización de líneas de corriente y líneas verdes que muestran por donde circulan las líneas de teléfono. También ve representaciones de varias estructuras de acero de soporte concretas dentro de los muros tanto como la localización de los conductos de calor y aire acondicionado.

Después de mirar alrededor de la habitación el fontanero no puede ver lo que está buscando, así que vuelve a teclear de nuevo unos comandos en su ordenador. Ahora es capaz de mirar a través de los muros y ver la disposición de las habitaciones adyacentes. También encuentra lo que estaba buscando: dos gruesas líneas

azules y rojas que representan las tuberías principales de agua caliente y fría a través del edificio. En este momento, él, que también está conectado por un cable a su ordenador personal, hace una selección mediante un dispositivo de puntero. Debido a que el dispositivo físico de puntero no puede ser proyectado físicamente a través de un muro, el fontanero ve una versión extendida del puntero generada por el ordenador y que puede ser ahora utilizada para indicar posiciones dentro del muro. Usando este puntero extendido el fontanero traza un plano para las tuberías de agua fría y caliente de la cocina propuesta. Después de evaluar su plano, hace unas pequeñas modificaciones para simplificar la instalación de las nuevas tuberías y entonces le pide al ordenador que le proporcione un coste estimado.

Después de conseguir la aprobación final del presupuesto el fontanero transmite los planos desde su ordenador a su centro de trabajo, donde todas las tuberías necesarias son pre–cortadas y ensambladas. Al día siguiente, uno de sus operarios llega con las partes prefabricadas y, utilizando un ordenador similar revisa el plan y realiza la instalación.

Visión aumentada de la instalación eléctrica (izquierda), de tuberías de agua ficticias coloreadas de acuerdo a las variaciones de la temperatura en su interior (centro) y sobreimpresión de las tuberías en el interior de un muro (derecha).

En el relato del fontanero del futuro queda patente un problema actual en la construcción: Después de que un edificio haya sido construido, su mantenimiento y renovación a menudo requieren que se efectúen agujeros y modificaciones. Sabiendo la localización exacta de las tuberías o de los cables eléctricos en un muro se podrían evitar fugas de agua o pérdidas de fluido eléctrico. La información sobre el cableado eléctrico y de las tuberías de agua está disponible en los planes de construcción, pero es una faena tediosa para el personal de mantenimiento medir de nuevo las localizaciones exactas. Con la tecnología de RA se puede simplificar el proceso enormemente determinando automáticamente las medidas y sobreimpresionando gráficamente los aspectos relevantes de un plano en un muro.

Mantenimiento mecánico y reparación

Otra área de aplicación que se está explorando actualmente es en el campo del mantenimiento mecánico y la reparación asistida por ordenador. En este escenario un mecánico es asistido por un sistema de RA mientras, por ejemplo, examina y repara un complejo motor. El sistema puede presentar una gran variedad de información al mecánico. Las anotaciones pueden identificar el nombre de las piezas o partes, describir su función y/o presentar otra información importante tal como datos sobre el mantenimiento o de los posibles proveedores. La RA puede guiar al mecánico a través de una tarea específica resaltando partes que tienen que ser retiradas secuencialmente y mostrar su sentido de extracción. El sistema también podría proveer de información sobre seguridad. Por ejemplo, las partes que están calientes o electrificadas pueden ser resaltadas para recordar constantemente al mecánico el peligro de tocarlas.

Diseño interior

Antes de que un edificio se construya, se renueve o se redecore se emplea mucho tiempo diseñando y discutiendo los cambios a realizar. Muchas personas, en particular clientes y el público en general, tienen problemas para visualizar lo que se les propone. Además, personas diferentes pueden visualizar cosas diferentes debido a especificaciones imprecisas, sin darse cuenta de este fallo de comunicación o entendimiento hasta que alguna versión de lo propuesto se realiza finalmente. Normalmente, los arquitectos utilizan modelos en 3D, modelos en realidad virtual y versiones de fotografías retocadas para convencer a los clientes de lo atractivo de sus diseños. La RA iría un pasó más allá en esta dirección, permitiendo a los clientes interactivamente diseñar y visualizar "in situ" lo que se les está proponiendo.

Así, por ejemplo un arquitecto de interiores diseña, remodela y visualiza una habitación utilizando modelos de muebles de una base de datos que son sobreimpresionados sobre imágenes de vídeo de la habitación.

Para hacer más comprensible esta aplicación imaginemos el siguiente escenario para esta aplicación que consiste en un jefe de oficinas que trabaja con un diseñador de interiores sobre la disposición de una oficina. El jefe pretende cambiar el mobiliario de la oficina. Con un sistema de RA el jefe de oficina podría ver la habitación tal y como quedaría con diferente mobiliario y desde diferentes puntos de vista. Interactuando con varios proveedores sobre una red, seleccionarían el mobiliario consultando bases de datos utilizando un paradigma gráfico. El sistema provee descripciones y gráficos del mueble que están disponible desde los diferentes proveedores quienes a su vez, han hecho que sus modelos estén disponibles en sus bases de datos. Piezas o grupos de muebles que acuerdan ciertos requerimientos como color, proveedor o precio pueden ser solicitados El usuario escoge piezas de este "catálogo electrónico" y presentaciones en 3D de este mueble aparecen visibles a los ojos del usuario. El mueble es posicionado utilizando un puntero 3D. Un mueble puede ser suprimido, añadido y reorganizado hasta que los usuarios están satisfechos con el resultado; ellos ven estas piezas tal y como aparecen en la habitación actual. Si ellos varían su posición pueden ver la habitación amueblada desde diferentes puntos de vista.

Este sistema también puede ser utilizado en otras áreas de diseño como automóviles, moda y arquitectura. Incluso puede ser útil en áreas donde los usuarios necesiten comunicarse y discutir un problema en un contexto de 3D, como por ejemplo en el campo de la electrónica y reparación mecánica o la medicina.

Construcción exterior

A veces se desperdicia mucho tiempo y dinero porque se malinterpretan unos planos, o se utilizan versiones obsoletas, o simplemente la información es transferida de forma imprecisa del plano a la construcción real.

11 Comparación de los paradigmas de interacción

En la figura siguiente vemos una comparación entre los paradigmas de interacción.

Figura 16 Comparación entre estilos de interacción

1) En un ordenador de sobremesa (utilizando una IGU) la interacción entre el usuario y el ordenador está aislada de la interacción entre el usuario y el mundo real.

2) En la realidad virtual el ordenador cubre totalmente el usuario y la interacción entre el usuario y el mundo real desaparece

3) En la computación ubicua el usuario interacciona con el mundo real pero también puede interaccionar con los ordenadores de los que dispone en el mundo real.

4) La realidad aumentada soporta la interacción entre el usuario y el mundo real utilizando la información aumentada del ordenador.

Conclusiones

Hay muchas aplicaciones útiles de esta tecnología (RA). De igual manera que el ordenador personal ha cambiado la rutina diaria del oficinista/administrativo medio, la tecnología de la informática en campos como la RA generará cambios aún incluso más dramáticos en áreas como la construcción, diseño y en empresas de manufacturación.

Referencias

[ABO00] Abowd

[BAE87] Baecher & Buxton

[ISH97] ISHII H. *Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms*. CHI, 1997

[KAY90] KAY A. «User Interface: A personal view», en *The Art of Human–Computer Interface design* (LAUREL B., ed.). Addison–Wesley, Reading MA, 1990

[LIE97] LIEBERMAN H. «Autonomous Interface Agents» en *ACM Conference on Human–Computer Interface (CHI–97)*, Atlanta, Marzo 1997

[MAE94] MAES P. «Agents that reduce work and information overload». Communications of the ACM, Julio 1994, Vol. 37, Núm. 7, 1994

[NEG70] NEGROPONTE N. *The architecture machine. Towards a more human environment.* The MIT Press, 1970

[NEL90] Nelson

[NOR98] NORMAN D. *The invisible computer*. The MIT Press, 1998

[PAR00] PARÉS N. *Galería virtual.* Tesis doctoral. Universitat Pompeu Fabra, 2000

[PRE94] PREECE J. *Human–Computer Interaction*, Cap. 13. Addison–Wesley, 1994

[SCO96] Scott

[SCH91] Schneiderman H. y Khosla. P. K «Implementation of Traded and Shared Control Strategies Using a Tactile Sensor» en *Robotics and Remote Systems (Proceedings of the 4th ANS Topical Meeting)*, Febrero 1991

[SUT68] Sutherland I. E. «A Head–Mounted Three–Dimensional Display» en *AFIPS Conference Proceedings*, Vol. 33, Part I, Pág. 757-764, 1968

[WEI91] WEISER M. «The computer for the twenty–first century». Scientific American, Septiembre 1991, Pág. 94-104, 1991

[WEI96] WEISER M. «Open House» en *Review, the web magazine of the Interactive Telecommunications Program of New York University*, ITP Review 2.0, http://www.itp.tsoa.nyu.edu/~review (MS Word v. 7.0), Marzo

1996

[WIN97] WINOGRAD T. *Technical Report CS–TN–97–51*. Departamento de Informática, Universidad de Stanford, CA, Febrero 1997

Bibliografía

COOPER A. *About face. The essentials of user interface design*. IDG Books, 1995

ISHII H. *Tangible bits: Towards seamless interfaces between people, bits and atoms*. CHI, 1997

KAY A. «User Interface: A personal view», en *The Art of Human–Computer Interface design* (LAUREL B., ed.). Addison–Wesley, Reading, MA, 1990

LIEBERMAN H. *Integrating user interface agents with conventional applications, Intelligent user interfaces*, Pág. 39–46, 1998

MAES P. «Agents that reduce work and information overload». Communications of the ACM, Julio 1994, Vol. 37, Núm. 7, 1994

NEGROPONTE N. *The architecture machine. Towards a more human environment.* The MIT Press, 1970

NORMAN D. *The invisible computer*. The MIT Press, 1998

PARÉS N. *Galería virtual.* Tesis doctoral. Universitat Pompeu Fabra, 2000

PREECE J. *Human–Computer Interaction*, Cap. 13. Addison–Wesley, Reading, MA, 1994

SCHNEIDERMAN B. *Designing the User Interface*, Cap. 3, 4 y 5. Addison–Wesley, Reading, MA, 1997

WEISER M. «The computer for the twenty–first century». *Scientific American*, Septiembre 1991, Pág. 94-104, 1991

Enlaces interesantes

http://www.cs.columbia.edu/graphics/projects/arc/arc.html

ARC: *Augmented Reality for Construction* (Realidad aumentada para la construcción).

Estados Unidos, Laboratorio de Computación Gráfica e Interacción con el Usuario, Diseño de interfaces de usuario, Arquitectura, Construcción, Base del conocimiento.

http://www.cs.columbia.edu/graphics/projects/karma/karma.html

KARMA: *Knowledge–based Augmented Reality for Maintenance Assistance* (Realidad aumentada basada en el conocimiento para la asistencia en el mantenimiento).

El sistema KARMA diseña mundos virtuales que explican cómo operar, mantener y reparar equipamientos.

Estados Unidos, Laboratorio de Computación Gráfica e Interacción con el Usuario, Diseño de interfaces de usuario, Construcción, Base del conocimiento, Gráficos 3D.

http://www.igd.fhg.de/igd-a4/department/ar.html

Grupo del proyecto de IGD sobre Realidad Aumentada en ZGDV.

ZGDV investiga acerca de las aplicaciones de la realidad aumentada en diversos campos como la industria, entrenamiento, diseño de interiores, supervisión de plantas, construcción exterior y técnicas de ensamblaje asistido por ordenador.

Alemania, Instituto Fraunhofer, Realidad aumentada, Ensamblaje asistido por ordenador, Visualización de información móvil, Computación visual.

http://www.ecrc.de/research/uiandv/gsp/ECRCToday/mechrep.html
Realidad aumentada aplicada al mantenimiento mecánico y la reparación.
Alemania, Grupo del proyecto de IGD sobre Realidad Aumentada en ZGDV, Realidad aumentada.

http://www.ai.mit.edu/projects/medical-vision
MIT, Massachusetts Institute of Technology.
Cirugía asistida mediante imágenes.
Estados Unidos, Massachusetts Institute of Technology, Medicina, Realidad Aumentada.

http://www.cs.unc.edu/~gb/
Gary Bishop (bishop@cs.unc.edu)
Universidad de Carolina del Norte
Dispositivos montados en la cabeza, Realidad aumentada, Telepresencia.

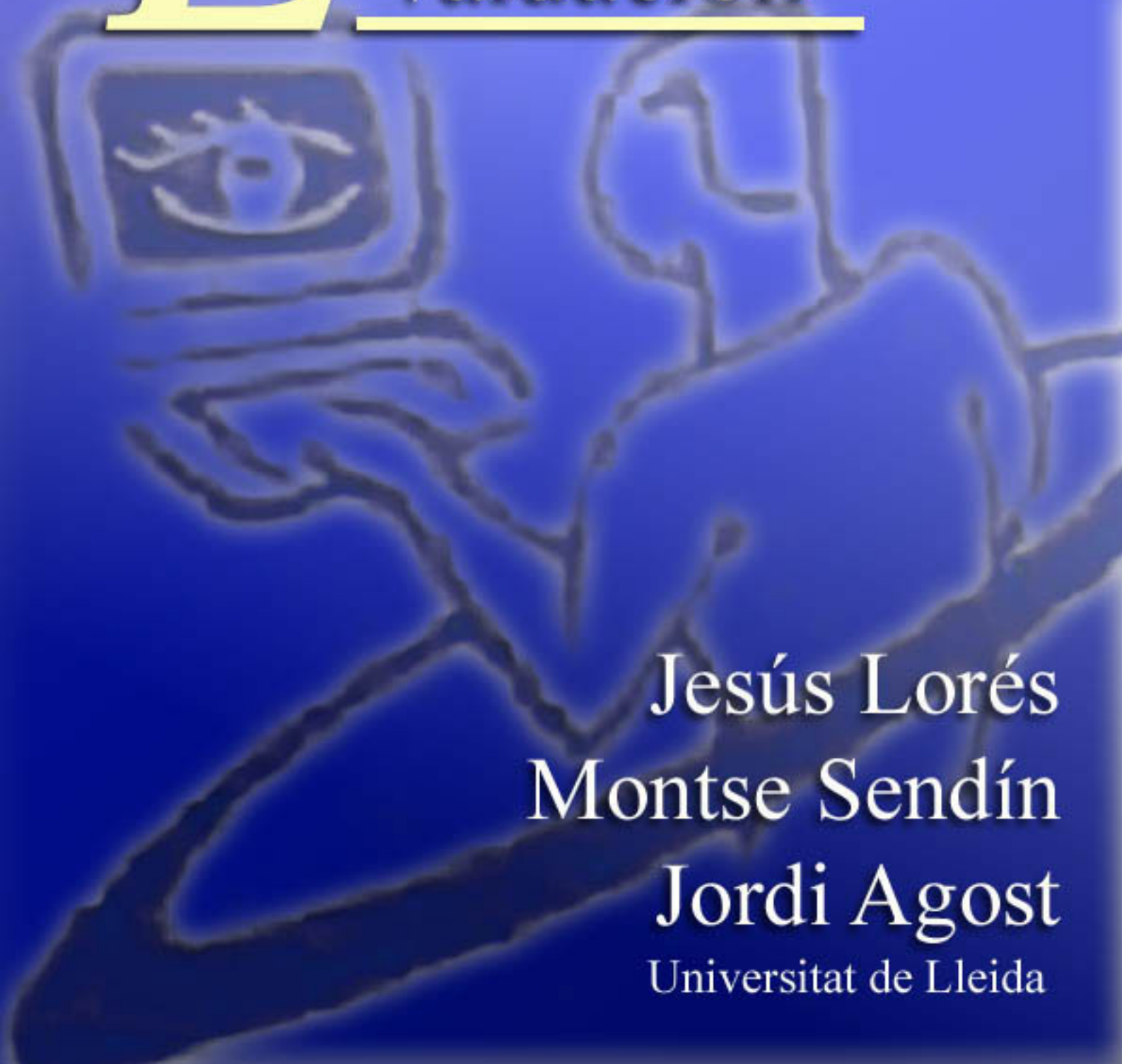
http://www.cs.cmu.edu/afs/cs.cmu.edu/user/mue/www/magiceye.html
Universidad Carnegie Mellon.
Proyecto Magic Eye.
Estados Unidos, Universidad Carnegie Mellon, Visión computerizada, Realidad aumentada.

http://www.media.mit.edu/
MIT Media Lab
El Laboratorio Multimedia del MIT realiza investigación avanzada en un amplio rango de tecnologías de la información que incluyen televisión digital, imágenes hológrafas, música computerizada, visión computerizada, publicación electrónica, inteligencia artificial, diseño de interfaces persona–ordenador y tecnologías relacionadas con la educación.
A continuación se muestran algunos de sus proyectos:

http://www.media.mit.edu/projects/wearables/lizzy/augmented-reality.html
Página sobre Realidad Aumentada del MIT Media Lab.

http://wearables.www.media.mit.edu/projects/wearables/
Wearable Computing Group (Grupo de Informática Usable)
El Grupo de Informática Usable estudia aplicaciones de los ordenadores usables como "asistentes inteligentes".
Estados Unidos, MIT Media Lab, Dispositivos montados en la cabeza, Realidad aumentada.

Evaluación



Jesús Lorés
Montse Sendín
Jordi Agost
Universitat de Lleida

1 Evaluación

Última modificación: 03/05/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 El diseño centrado en el usuario 4
2 La usabilidad 5
3 Prototipado 6
4 ¿Que es la evaluación? 9
5 Métodos de evaluación 10
6 Métodos de evaluación en el ciclo de vida 26
7 Coste de la usabilidad 27
8 Laboratorio de usabilidad 27
Conclusiones 29
Referencias 29
Bibliografía 30

Objetivos

- Saber qué es la evaluación
- Conocer los diferentes métodos de evaluación y sus diferencias
- Aprender a realizar evaluaciones
- Conocer cuándo utilizar los diferentes métodos de evaluación dentro del ciclo de vida
- Valorar el coste que puede suponer su aplicación
- Saber cómo obtener conclusiones y cómo mejorar la usabilidad del sistema que estamos evaluando

Introducción

En diferentes temas del libro se expone que el prototipado y la evaluación constituye una parte básica a lo largo de todo el proceso de diseño de un sistema centrado en el usuario. Si dejamos la validación del diseño para el final no podremos conocer si un diseño o un sistema cumple las expectativas de los usuarios y se adapta a su contexto social, físico y organizativo.

La evaluación es un aspecto fundamental a tener en cuenta en el diseño de sistemas interactivos. Esta evaluación se realiza a través del uso de diferentes métodos que pueden ser útiles en diferentes momentos y de los cuales hemos de conocer cómo realizarlos y el coste que puede suponer su utilización.

En este capítulo presentamos una clasificación y una descripción de los diferentes métodos de evaluación, en qué momento utilizarlos dentro del ciclo de vida y el coste que puede suponer su utilización.

1 El diseño centrado en el usuario

Tal como destacan diversos autores el diseño de sistemas interactivos implica realizar un diseño centrado en el usuario, haciendo que nuestro modelo de proceso sea un elemento fundamental e implicándolos tanto como sea posible hasta pensar en incluir usuarios en el equipo de diseño.

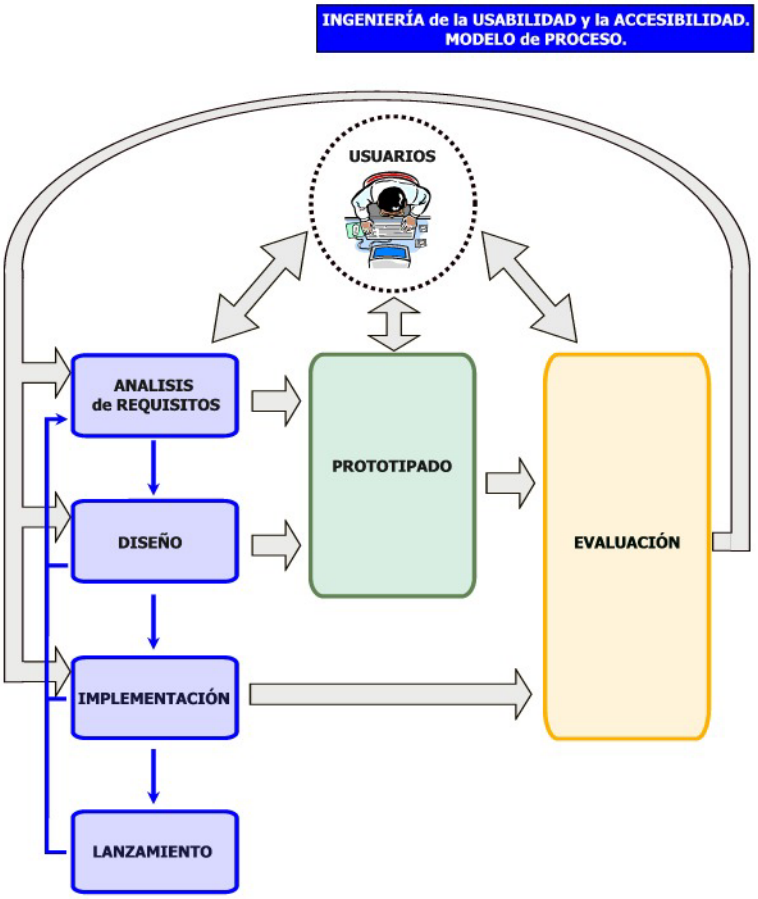


Figura 1 Esquema de diseño de proceso centrado en el usuario

Comenzaremos nuestro trabajo observando la práctica habitual de trabajo, el comportamiento para poder modelarlo realizando escenarios, prototipos o maquetas con el fin de poder ir evaluando el diseño a lo largo del ciclo de vida. Esto se puede realizar a través de un modelo de proceso o de ciclo de vida iterativo.

En el esquema vemos un modelo de ciclo de vida en que en todas las etapas interviene la evaluación, ya sea inicialmente evaluando al usuario y su puesto de trabajo, o bien posteriormente realizando algún tipo de prototipado en que se cuestiona la usabilidad. Otra opción sería evaluar directamente el diseño.

2 La usabilidad

En el capítulo de introducción hemos presentado una serie de atributos que ha de tener una aplicación interactiva usable. La usabilidad de un sistema [NIE93], en tanto que medio para conseguir un objetivo, tiene una componente de funcionalidad (utilidad funcional) y otra basada en el modo en que los usuarios pueden usar dicha funcionalidad. Es esta componente la que nos interesa ahora.

Podemos definir la usabilidad 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.*

La efectividad es la precisión y la plenitud con que los usuarios alcanzan los objetivos especificados. A esta idea van asociadas la facilidad de aprendizaje (en la medida en que este sea lo más amplio y profundo posible), la tasa de errores del sistema y la facilidad del sistema para ser recordado (que no se olviden las funcionalidades ni sus procedimientos).

Por eficiencia se entenderán los recursos empleados en relación con la precisión y plenitud con que los usuarios alcanzan los objetivos especificados.

Por satisfacción se entenderá la ausencia de incomodidad y la actitud positiva en el uso del producto. Se trata, pues, de un factor subjetivo.

La usabilidad hace referencia a la rapidez y facilidad con que las personas llevan cabo sus tareas propias a través del uso del producto con el que está trabajando, idea que descansa en cuatro puntos:

- Una aproximación al usuario: usabilidad significa centrarse en los usuarios. Para desarrollar un producto usable se tiene que conocer, entender y trabajar con las personas que representan a los usuarios actuales o potenciales del producto.
- Un amplio conocimiento del contexto de uso: las personas utilizan los productos para incrementar su propia productividad. Un producto se considera fácil de aprender y usar en términos del tiempo que toma el usuario para llevar a cabo su objetivo, el número de pasos que tiene que realizar para ello, y el éxito que tiene en predecir la acción apropiada para llevar a cabo. Para desarrollar productos usables hay que entender los objetivos del usuario, hay que conocer los trabajos y tareas del usuario que el producto automatiza, modifica o embellece.
- El producto ha de satisfacer las necesidades del usuario: los usuarios son gente ocupada intentando llevar a cabo una tarea. Se va a relacionar usabilidad con productividad y calidad. El hardware y el software son las herramientas que ayudan a la gente ocupada a realizar su trabajo y a disfrutar de su ocio.
- Son los usuarios y no los diseñadores o los desarrolladores, los que determinan cuándo un producto es fácil de usar.

¿Por qué es importante la usabilidad?

El establecimiento de unos principios de diseño en ingeniería basados en la usabilidad tienen como consecuencia probada:

- **Una reducción de los costes de producción***:* Los costes y tiempos de desarrollo totales pueden ser reducidos evitando el sobre–diseño y reduciendo el número de cambios posteriores requeridos en el producto.
- **Reducción de los costes de mantenimiento y apoyo**: Los sistemas que son fáciles de usar requieren menos entrenamiento, menos soporte para el usuario y menos mantenimiento.
- **Reducción de los costes de uso**: Los sistemas que mejor se ajustan a las necesidades del usuario mejoran la productividad y la calidad de las acciones y las decisiones. Los sistemas más fáciles de utilizar reducen el esfuerzo y permiten a los usuarios manejar una variedad más amplia de tareas. Los sistemas difíciles de usar disminuyen la salud, bienestar y motivación y pueden incrementar el absentismo. Tales sistemas suponen pérdidas en los tiempos de uso y no son explotados en su totalidad en la medida en que el usuario pierde interés en el uso de las características avanzadas del sistema, que en algunos casos podrían no utilizarse nunca.
- **Mejora en la calidad del producto**: El diseño centrado en el usuario da lugar a o deriva en aplicaciones de mayor calidad de uso, más competitivos en un mercado que demanda productos de fácil uso.

¿En qué momento se ha de considerar la usabilidad?

La usabilidad debería ser considerada en todo momento, desde el mismo comienzo del proceso de desarrollo hasta las últimas acciones antes de hacer el sistema, producto o servicio disponible al público.

Antes de iniciar el proyecto es esencial tener una idea acerca de las características de los usuarios y de los aspectos del producto de mayor interés y necesidad. Teniendo en cuenta estas consideraciones de forma temprana se ahorra tiempo y dinero, dado que la posterior implementación de nuevos aspectos o nuevas interfaces de usuario implican un enorme esfuerzo adicional. Durante todo el desarrollo se han de realizar pruebas para comprobar que se está considerando la usabilidad del producto. Incluso una vez que el producto está en el mercado se debería preguntar a los usuarios acerca de sus necesidades y actitud respecto del mismo.

3 Prototipado

Tal como hemos planteado en el modelo de proceso centrado en el usuario, no podemos empezar una implementación a gran escala del sistema a partir de un diseño inicial de la interfaz de usuario. Para poder realizar evaluaciones de la usabilidad en etapas iniciales hemos de utilizar prototipos, que pueden ser implementados mucho mas rápidamente, ser mas baratos y que se puedan cambiar muchas veces. Los prototipos son documentos, diseños o sistemas que simulan o tienen implementadas partes del sistema final. El prototipo es una herramienta muy útil para hacer participar al usuario en el desarrollo y poder evaluar el producto ya en las primeras fases del desarrollo (Modelo del ciclo de vida basado en prototipos).

Dimensiones del prototipado

La razón principal del uso de los prototipos es la reducción en coste y tiempo que supone su uso en la implementación del futuro sistema, esta reducción se puede conseguir o bien reduciendo el número de características o bien reduciendo el nivel de implementación de las funcionalidades de las características, esto define dos dimensiones que denominaremos prototipos horizontal y vertical:

- **Prototipado vertical**. El resultado de este tipo de prototipo es un sistema que tiene implementadas pocas características, pero sus funcionalidades están totalmente implementadas. Un prototipo vertical puede probar por tanto una parte limitada del sistema, pero puede ser probado en profundidad bajo circunstancias reales.
- **Prototipado horizontal.** Incluye toda la interfaz de todas las características del sistema pero no contiene funcionalidad subyacente. Un prototipo horizontal es una simulación de la interfaz donde no se puede realizar ningún trabajo real [LIF90].

Tipos de prototipos:

Prototipo de papel

Este tipo de prototipo se basa en la utilización de papel, tijeras, lápiz o instrumentos que se puedan utilizar para describir un diseño en un papel. Este sistema nos permite una gran velocidad y flexibilidad.

- **Como se realiza un prototipo de papel**. Para poder simular las diferentes interacciones que vamos a realizar con el sistema, realizaremos una hoja para cada uno de los diferentes escenarios que vamos a tener como resultado de las diferentes posibles interacciones que podemos realizar. Apilaremos estas hojas que nos permitirán simular la aplicación.
- **Uso**. Para utilizar el prototipo de papel nos situaremos en un escenario de uso de futuro en el que el diseñador actúa como coordinador. El prototipo será analizado por un posible usuario e intentará realizar algunas de las tareas que se pretende diseñar. En voz alta se irán realizando las interacciones y le iremos cambiando las hojas de papel en función de las interacciones que vaya realizando.
- **Ventajas**. El coste es muy reducido, necesitando únicamente los recursos humanos dedicados a la realización del prototipo. Los cambios se pueden realizar muy rápidamente y sobre la marcha. Si el diseño no funciona se puede reescribir las hojas erróneas o rediseñarlas y volver a probar la tarea a realizar. Los usuarios o los actores se sienten más cómodos para poder realizar críticas al diseño debido a la sencillez del mismo por lo que no se sienten cohibidos a dar sus opiniones.

Storyboard

Un storyboard es una narración gráfica de una historia en cuadros consecutivos. Podemos utilizar este concepto que se utiliza en el diseño cinematográfico, teatro, etc. para la realización de un escenario de interacción que puede ser evaluado con diferentes técnicas. Una de las opciones que tenemos en un storyboard para una aplicación es que podemos indicar los enlaces a diferentes páginas del storyboard a partir de los resultados de las interacciones del usuario.

Escenario

Los ordenadores son algo mas que funcionalidades, inapelablemente reestructuran actividades humanas, creando nuevas posibilidades, al mismo tiempo que dificultades. Por otra parte en cada contexto en que el ser humano tiene experiencia y actúa proporciona unas restricciones para el desarrollo de sistemas de

información. En el momento que tengamos que analizar y diseñar software, necesitamos una manera de ver como estos nuevas sistemas pueden transformar y ser restringidos por los contextos actuales de la actividad humana. Una aproximación directa es imaginando y documentando las actividades típicas y significativas en etapas iniciales y continuamente durante el proceso de desarrollo. Estas descripciones es lo que denominamos escenarios.

Los escenarios son historias, historias sobre personas y sus actividades. Los escenarios destacan objetivos sugeridos por la apariencia y comportamiento del sistema; que es lo que las personas quieren hacer con el sistema; que procedimientos se usan, cuales no se usan, se realizan o no satisfactoriamente y que interpretaciones hacen de lo que les sucede.

Los escenarios tienen elementos característicos:

- **Configuración** (*setting*). Por ejemplo una oficina, con una persona sentada enfrente de un ordenador trabajando con una hoja electrónica. Es importante concretar por ejemplo que la persona es el contable y que los objetos de trabajo son balances y presupuestos.
- **Agentes o actores**. El contable es el único agente en el escenario que estamos describiendo, pero es normal en las actividades humanas que participe mas de un actor, cada uno típicamente con sus objetivos.

Cada escenario implica por lo menos un agente y al menos un objetivo. En el caso de que haya mas de un actor y objetivo ha de haber un objetivo definitorio y un agente que sea el actor principal.

Los escenarios tienen un diagrama que incluye secuencias de acciones y eventos, cosas que hacen los actores, cosas que les suceden, cambios en las circunstancias de la configuración y otras.

Representando el uso de un sistema o una aplicación con un conjunto de escenarios de interacción hace el uso explícito y por tanto orienta el diseño y el análisis.

Las representaciones de escenarios pueden ser elaboradas como prototipos, a través del uso de storyboards, videos y herramientas de prototipado rápido.

Herramientas de diagramación

- **Narrativa**. Una historia completa de la interacción hecha con la existente o con un diseño nuevo
- **Flowchart**. Una representación gráfica de las series de acciones y decisiones extraídas de la narrativa
- **Texto procedural**. Una descripción paso a paso de las acciones del usuario y las respuestas del sistema

Vídeo

El vídeo nos permite el rodaje de un escenario en el que podemos realizar manipulaciones durante el postproceso para simular algunas características del diseño de las que todavía no disponemos. El prototipo en vídeo puede ser muy útil en el diseño de interfaces multimodales en el que por ejemplo se realiza una interacción por voz o en el diseño de escenarios futuros de los que todavía no se dispone de la tecnología. El vídeo se visiona después por el equipo de desarrollo y posibles usuarios y puede ser evaluado por ejemplo con las técnicas de hablar alto [NEV72]. Un ejemplo interesante de escenario es el vídeo *Starfire* rodado por Sun Microsystems que nos plantea como será la interacción en el año 2004.

Simulaciones

Algo de funcionalidad tiene que ser incluida en el prototipo para demostrar el trabajo que la aplicación tiene que realizar. Los prototipos presentados hasta ahora no son suficientes para este propósito, Para poder realizar este trabajo parte o toda la funcionalidad del sistema tiene que ser simulada por el equipo de diseño. Añadiendo un soporte de programación para simular permite al diseñador construir

objetos interactivos textuales y gráficos que añaden cierto comportamiento a estos objetos que simulan las funcionalidades del sistema. Una vez construida la simulación se puede evaluar y cambiar en función de los resultados de la evaluación.

Prototipo de software

En este caso se pueden realizar diferentes tipos de prototipos utilizando las herramientas de desarrollo. DIX nos plantea los siguientes [DIX93]:

- **Maqueta para tirar**. Es un tipo de prototipo parecido al de papel por ejemplo, en que se sirve para realizar una evaluación con el usuario y posteriormente se desecha.
- **Incremental**. El producto final se construye como componentes separados. Cada vez se va probando uno y finalmente se realiza una prueba final.
- **Evolutivo**. En este caso el prototipo no es eliminado y se utiliza como base para una próxima iteración en el diseño.

Problemas potenciales

SOMMERVILLE [SOM92] en su libro nos plantea problemas en el uso de prototipos de los que hemos de ser conscientes:

- Trabajar con prototipos requiere su tiempo y además si trabajamos con maquetas que se tiran, se puede ver desde la gestión como la pérdida de un tiempo precioso que se saca del diseño de tareas reales.
- Puede ser que el gestor del proyecto no tenga la experiencia necesaria para planificar y deducir el coste del proceso de diseño con prototipos.
- Algunas veces las características mas importantes de un sistema pueden ser no funcionales como la seguridad y la fiabilidad, y estas son precisamente las características que hay que sacrificar en un diseño con prototipos.
- El proceso de diseño esta normalmente basado en un contrato entre el cliente y el diseñador, por lo que hay que definir claramente el modelo de diseño que se adapte al uso de prototipos y obtener un documento como resultado del prototipado.

4 ¿Que es la evaluación?

El desarrollar sistemas interactivos implica utilizar ciclos de vida iterativos que permitan el desarrollar sistemas centrados en el usuario, es decir, que sean usables. Es evidente, por tanto, que la usabilidad es un objetivo fundamental a conseguir en una aplicación interactiva. El concepto de usabilidad es fácil de asimilar aunque conseguir que un producto sea usable ya es más difícil. En general, cuando se diseña un producto se está más preocupado en la funcionalidad que en la usabilidad. La aplicación de los métodos de evaluación de la usabilidad permite garantizar la obtención de la misma en una aplicación interactiva.

La evaluación de la usabilidad implica analizar el entorno y los usuarios que van a utilizar el producto, probar un prototipo, diseño o producto con una selección de usuarios, analizar el diseño con expertos, etc., en definitiva, conseguir su integración en el ciclo permitiendo la realización de un diseño centrado en el usuario.

> *La evaluación comprende un conjunto de metodologías y técnicas que estudian la usabilidad de un sistema interactivo en diferentes etapas del ciclo de vida.*

El diseño y desarrollo de sistemas interactivos centrados en el usuario evaluando la usabilidad nos permitirá desarrollar productos que produzcan más satisfacción al usuario, reducir los costes de mantenimiento porque al usuario le será más fácil utilizarlo, reducirá el coste de rediseño debido que a se han realizado evaluaciones ya desde el inicio del diseño y por tanto el diseño estará mucho más probado lo que implicará un menor coste y un mayor prestigio para los desarrolladores, una mayor audiencia al estudiar aspectos culturales y en general una mejor introducción del producto en el mercado. La evaluación de la usabilidad nos permitirá garantizar la usabilidad de la interfaz.

5 Métodos de evaluación

Existe una amplia variedad de métodos de evaluación que se clasifican en los tres métodos principales siguientes:

1) Inspección
2) Indagación
3) Test

Inspección

Inspección (de la usabilidad) es un nombre genérico para un conjunto de métodos basados en evaluadores que inspeccionan o examinan aspectos relacionados con la usabilidad de la interfaz.

Los inspectores de la usabilidad pueden ser especialistas en usabilidad, consultores de desarrollo de software con experiencia en guías de estilo de interfaces o usuarios finales que tengan conocimientos de las tareas o del dominio u otros tipos de profesionales.

Los diferentes métodos por inspección tienen objetivos ligeramente diferentes, pero en todos ellos se tienen en cuenta las opiniones, juicios, informes de los inspectores sobre elementos específicos de la interfaz como factor fundamental de la evaluación de la usabilidad [NIE94].

Los métodos más importantes son:

1) Evaluación heurística
2) Recorrido de la usabilidad plural
3) Recorridos cognitivos
4) Inspección de estándares

Evaluación heurística

La evaluación heurística fue desarrollada por NIELSEN [NIE94] y MOLICH [MOL90]. La evaluación heurística consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad (la “heurística”) mediante la inspección de varios evaluadores expertos.

Se utilizan expertos para validar la interfaz porque es difícil que el desarrollador o un evaluador pueda encontrar todos los problemas de usabilidad en una interfaz, a partir de unos criterios definidos. Es posible mejorar perceptiblemente la eficacia del método implicando a varios evaluadores. Es verdad que algunos problemas de usabilidad son muy fáciles de encontrar, pero hay también problemas difíciles de detectar. Además, no es fácil identificar al mejor evaluador y confiar solamente en los resultados de esa persona y por otra parte no siempre es verdad que el mismo evaluador sea el mejor para diferentes evaluaciones.

En definitiva, en cualquier evaluación heurística es necesario implicar a varios evaluadores. Se recomienda normalmente utilizar de tres a cinco evaluadores ya que se consideran suficientes y la inclusión de un mayor número de los mismos no garantiza una mejora en el resultado.

La evaluación heurística se lleva a cabo realizando por parte de cada evaluador una revisión de la interfaz. Cuando se han terminado todas las evaluaciones se permite a los evaluadores comunicar los resultados y sintetizarlos. Este procedimiento es importante para asegurar evaluaciones independientes e imparciales de cada evaluador. Los resultados de la evaluación se pueden registrar como informes escritos de cada evaluador o haciendo que los evaluadores comuniquen verbalmente sus comentarios a un observador mientras inspeccionan la interfaz.

Los informes escritos tienen la ventaja de presentar un expediente formal de la evaluación, pero requieren un esfuerzo adicional para los evaluadores y la necesidad de leerlo y diseñar un documento que integre el trabajo de todos los evaluadores por parte del encargado de la evaluación. Recurrir a un observador agrega un coste en los gastos indirectos de cada sesión de la evaluación, pero reduce la carga de trabajo de los evaluadores. Además esto supone que los resultados de la evaluación están disponibles enseguida después de haber realizado la evaluación, puesto que el observador necesita solamente entender y ordenar un conjunto de notas personales, no el conjunto de los informes escritos por otros. Además, el observador puede asistir a los evaluadores en el funcionamiento de la interfaz en caso de que se encuentren problemas tales como un prototipo inestable, y puede ayudar a los evaluadores si tienen poco conocimiento del entorno en que están trabajando y necesitan que se les explique determinados aspectos de la interfaz.

10 reglas heurísticas de usabilidad

Conjunto revisado de reglas heurísticas de usabilidad a partir del análisis de 249 problemas de usabilidad [NIE94].

1) **Visibilidad del estado del sistema**. El sistema debe siempre mantener a los usuarios informados del estado del sistema, con una realimentación apropiada y en un tiempo razonable.

2) **Utilizar el lenguaje de los usuarios**. El sistema debe hablar el lenguaje de los usuarios, con las palabras, las frases y los conceptos familiares, en lugar de que los términos estén orientados al sistema. Utilizar convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.

3) **Control y libertad para el usuario**. Los usuarios eligen a veces funciones del sistema por error y necesitan a menudo *una salida de emergencia claramente marcada*, esto es, salir del estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Es importante disponer de deshacer y rehacer

4) **Consistencia y estándares**. Los usuarios no deben tener que preguntarse si las diversas palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. En general siga las normas y convenciones de la plataforma sobre la que se está implementando el sistema.

5) **Prevención de errores**. Es importante prevenir la aparición de errores que mejor que generar buenos mensajes de error.

6) **Minimizar la carga de la memoria del usuario**. El usuario no debería tener que recordar la información de una parte de diálogo a la otra Es mejor mantener objetos, acciones, y las opciones visibles que memorizar.

7) **Flexibilidad y eficiencia de uso**. Las instrucciones para el uso del sistema deben ser visibles o fácilmente accesibles siempre que se necesiten. Los aceleradores no vistos por el usuario principiante, mejoran la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir para usuarios

inexpertos y experimentados. Es importante que el sistema permita personalizar acciones frecuentes.

8) **Los diálogos estéticos y diseño minimalista**. No deben contener la información que sea inaplicable o se necesite raramente. Cada unidad adicional de la información en un diálogo compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa.

9) **Ayudar a los usuarios a reconocer, diagnosticar y recuperarse de los errores**. Que los mensajes de error se deben expresar en un lenguaje claro (no haya códigos extraños), se debe indicar exactamente el problema, y deben ser constructivos.

10) **Ayuda y documentación**. Aunque es mejor si el sistema se pueda usar sin documentación, puede ser necesario disponer de ayuda y documentación. Ésta ha de ser fácil de buscar, centrada en las tareas del usuario, tener información de las etapas a realizar y que no sea muy extensa.

Típicamente una sesión de evaluación heurística ha de durar de 1 a 2 horas, en caso de que se realice el test de una interfaz muy compleja se puede dividir en varias sesiones que aborden diferentes aspectos de la interfaz.

El resultado de una evaluación heurística es una lista de problemas de usabilidad que han sido transgredidos en el diseño en opinión del evaluador.

Recorrido de la usabilidad plural

Este método es debido a BIAS [BIA95] y fue desarrollado en los laboratorios IBM. Comparte algunas características con los recorridos tradicionales pero tiene algunas características propias que lo definen. Estas características son las siguientes:

1) Participantes: Este método se realiza con tres tipos de participantes, usuarios representativos, desarrolladores y expertos en usabilidad, que conforman todos los actores implicados en el producto.

2) Las pruebas se realizan con prototipos de papel u otros materiales utilizados en escenarios. Cada participante dispone de una copia del escenario de la tarea con datos que se puedan manipular

3) Todos los participantes han de asumir el papel de los usuarios, por tanto aparte de los usuarios representativos que ya lo son, los desarrolladores y los expertos en usabilidad tambien lo han de asumir.

4) Los participantes han de escribir en cada panel del prototipo la acción que tomarán para seguir la tarea que están realizando, escribiendo las respuestas lo mas detalladas posibles.

5) Una vez que todos los participantes han escrito las acciones que tomarían cuando interactuaban con cada panel, comienza el debate. En primer lugar deben hablar los usuarios representativos y una vez estos han expuesto completamente sus opiniones, hablan los desarrolladores y después los expertos en usabilidad.

Recorrido cognitivo

El recorrido cognitivo es un método de inspección de la usabilidad que se centra en evaluar en un diseño su facilidad de aprendizaje, básicamente por exploración y está motivado por la observación que muchos usuarios prefieren aprender software por exploración [WHA94].

El recorrido cognitivo tiene la misma base que otro tipo de recorrido de diseño, como por ejemplo os recorridos estructurales tradicionales que se usan en la comunidad de ingeniería de software [YOU89]. es un proceso de revisión en el cual el autor presenta un diseño a un grupo de homólogos, estos evalúan la solución mediante criterios apropiados a las opciones de diseño.

En el recorrido cognitivo los revisores evalúan una propuesta de interfaz en el contexto de una o más tareas específicas.

La entrada a una sesión de recorrido consiste en un diseño detallado de la interfaz (por ejemplo en forma de prototipo de papel o en un prototipo de trabajo), un escenario de la tarea o tareas, suposiciones explícitas acerca de la población de usuarios y el contexto de uso y una secuencia de acciones que el usuario tiene que realizar satisfactoriamente para completar la tarea designada, para cada acción el analista explicará la interacción que el usuario puede realizar típicamente con la interfaz, que va a intentar realizar y que acciones están disponibles. Si el diseño de la interfaz es bueno, las intenciones del usuario provocarán que se seleccione la acción apropiada, la interfaz debe presentar una realimentación indicando que se están realizando progresos para completar la tarea.

Ambito y limitaciones del método

El recorrido cognitivo se centra en un atributo de la usabilidad, la facilidad de aprendizaje, por otra parte este aprendizaje por exploración permite la adquisición de habilidades.

El uso del recorrido cognitivo como método de evaluar una interfaz potencia su diseño en la dirección de la facilidad de aprendizaje.

Todos los métodos tienen sus puntos fuertes y débiles y creemos que a través del uso de varios métodos nos permitirá tener una buena cobertura de la interfaz.

Esta técnica es idónea en la etapa del diseño, pero puede también ser aplicada durante el código, la prueba, y las etapas de distribución.

Definición de la entrada del recorrido

Antes de empezar el análisis del recorrido, se debe estar de acuerdo en estos cuatro aspectos:

1) **¿Quiénes serán los usuarios del sistema?** En la descripción de los usuarios se debe incluir la experiencia específica acumulada o el conocimiento técnico que tiene y que puede influenciar a los usuarios cuando intentan ocuparse de la nueva interfaz. Se debe considerar el conocimiento de los usuarios de la tarea y de la interfaz. Un ejemplo de descripción de usuarios es, por ejemplo, “Usuarios de *Macintosh* que han trabajado con *MacPaint*”.

2) **¿Qué tarea(s) será analizada?** En general, el análisis se debe limitar a una colección razonable pero representativa de tareas de prueba. La selección de la tareas se debe basar en los resultados de los estudios de marketing, análisis de las necesidades, test conceptual y análisis de requisitos. Las tareas de prueba deben ser tan concretas y realistas como sean posibles. La descripción de las tareas debe incluir el contexto necesario, tal como el contenido de las bases de datos que los usuarios se espera que usen y debe reflejar las condiciones típicas bajo las que se aplicará el sistema.

3) **¿Cuál es la secuencia correcta de acciones para cada tarea?** Para cada tarea, debe haber una descripción de cómo se espera que el usuario vea la tarea antes de aprender la interfaz. Debe también haber una descripción de la secuencia de las acciones que permiten realizar la tarea con la definición actual de la interfaz. Las acciones de ejemplo pueden ser “presione la tecla RETURN”, “ponga el cursor sobre el menú ‘fichero’”. Puede también puede ser una secuencia de varias acciones simples que un usuario típico puede ejecutar como “Selecciona guardar del fichero de Menú”. El nivel de granularidad de las acciones depende de la experiencia de los usuarios.

4) **¿Cómo se define la interfaz?** La definición de la interfaz debe describir las guías que preceden cada acción, requeridas para lograr las tareas que son analizadas, así como la reacción de la interfaz a cada una de estas acciones. Si la interfaz se ha puesto en ejecución, toda la información está disponible de la puesta en práctica. Anterior al proceso de desarrollo, la evaluación se

puede realizar con una descripción en papel de la interfaz. Para una descripción en papel, el nivel de detalle al definir la interfaz dependerá de la maestría que los futuros usuarios tienen con los sistemas existentes.

Recorriendo las acciones

La fase de análisis consiste en examinar cada acción que está en el camino de la solución y el procurar contar una historia creíble en cuanto a porqué los usuarios elegirán esa acción. Las historias creíbles se basan en supuestos sobre el conocimiento y objetivos de base del usuario, y en una comprensión del proceso de *resolución del problema* que permite a un usuario conjeturar la acción correcta.

Mientras que procede al recorrido, los evaluadores hacen las cuatro preguntas siguientes:

- **¿Los usuarios intentarán alcanzar el objetivo correctamente?** Por ejemplo, si la tarea es imprimir un documento, y la primera cosa que tienen que hacer es seleccionar una impresora. ¿Se darán cuenta de que tienen que seleccionar la impresora?
- **¿El usuario se dará cuenta de que está disponible la acción correcta?** Esto se relaciona con la visibilidad y la comprensibilidad de las acciones en la interfaz.
- **¿El usuario asociará la acción correcta al efecto que se alcanzará?** Los usuarios utilizan a menudo la estrategia *seguimiento de etiqueta,* que los conduce a seleccionar una acción si el texto de la etiqueta para esa acción corresponde con la descripción de la tarea.
- *¿El usuario verá que se está progresando hacia la solución de la tarea, si se realiza la acción correcta?*. Esto es para controlar la realimentación del sistema después de que el usuario ha realizado la acción.

El o los evaluadores intentarán construir una historia con éxito para cada paso de progresión en los casos de las tareas. Las condiciones generales para saber si hemos tenido éxito se explican después en “características comunes del éxito”. Cuando fracasamos, se debe realizar una historia del incidente, proporcionando el criterio (uno o más de las cuatro preguntas arriba) y la razón por la que el usuario puede fallar.

Las características comunes de éxito

Los usuarios pueden saber *qué efecto alcanzar*:

- porque es parte de su tarea original, o
- porque tienen experiencia en el uso del sistema, o
- porque el sistema les dice como hacerlo

Los usuarios pueden saber que *una acción está disponible*:

- por experiencia, o
- viendo algún dispositivo (como un botón), o
- viendo una representación de una acción

Los usuarios pueden saber que “una acción es apropiada” para el efecto que están intentando alcanzar*:*

- por experiencia, o
- porque la interfaz proporciona una guía o una escritura de la etiqueta que conecta la acción con lo que él está intentando hacer, o
- porque todas las otras acciones parecen falsas

El resto de los usuarios pueden saber que ha habido éxito después de una acción:

- Por experiencia, o
- reconociendo una conexión entre una respuesta de sistema y qué intentaba hacer

He aquí un ejemplo.

Tarea a realizar:

- Mover una aplicación a una carpeta nueva o dispositivo.

Quien la realiza:

- Usuario de Windows 95.

Interfaz:

- Sobremesa de Windows 95.

Situación de partida:

- La carpeta que contiene la aplicación deseada está abierta.
- La carpeta o dispositivo de destino es visible.

Secuencia de acciones:

- Mover el ratón al icono de la aplicación.

  Éxito:

  Los usuarios de una IGU saber mover el ratón a un objeto para operar con él.

- Pulsar el botón derecho del ratón en el icono de la aplicación.

  Resultado:

  El icono de la aplicación se realza.

  Fallo:

  El usuario puede no saber que el botón derecho puede ser el que deba utilizarse.

  ¿Éxito?:

  El realzado nos muestra que algo ha pasado pero ¿es lo correcto?

- Mover ratón al icono de destino.

  Resultado:

  El icono de la aplicación sigue al ratón.

  El icono de destino se realza cuando el ratón llega.

  Éxito:

  Dragging es intuitivo (y común de la IGU) para mover. La realimentación es apropiada.

- Liberar el botón del ratón.

  Resultado:

  Aparece el menú: Mover, Copiar, Crear atajo, Cancelar.

  Éxito:

  Al usuario se le plantea la próxima acción.

- Mover el ratón a “Mover”.

  Resultado:

  Realzado de la selección.

  Éxito:

  Interacción de menú IGU estándar.

- Clic del botón del ratón.

  Resultado:

El icono de la aplicación desaparece de debajo del ratón.

El icono de la aplicación desaparece de la carpeta original.

El icono de la aplicación aparece en la carpeta de destino.

Éxito:

Selección de menú IGU estándar. La realimentación muestra que el objetivo deseado se ha realizado.

Inspección de estándares

Este método se realiza por medio de un experto en un estándar que puede ser *de facto* o de *iure* de la interfaz. El experto realiza una inspección minuciosa a la interfaz para comprobar que cumple en todo momento y globalmente todos los puntos definidos en el estándar [WIX94].

Indagación

La información acerca de los gustos del usuario, desagrados, necesidades y la identificación de requisitos son informaciones indispensables en una etapa temprana del proceso de desarrollo. Por tanto, inicialmente, hay que descubrir y aprender, hay que generar ideas de diseño, y va a resultar de especial interés que las metodologías a aplicar en una primera fase proporcionen información acerca de la usabilidad de un producto que aún no se ha empezado a fabricar.

También es importante obtener información del producto en uso una vez acabado.

En este tipo de métodos se realiza hablando con los usuarios, observándolos, usando el sistema en trabajo real (no para un test de usabilidad), o obteniendo respuestas a preguntas verbalmente o por escrito.

Métodos de indagación:

1) Observación de campo
2) Grupos de discusión dirigidos (*Focus groups*)
3) Entrevistas
4) Grabación del uso (*Logging*)
5) Estudio de campo proactivo
6) Cuestionarios

Observación de campo / Análisis etnográfico

Para realizar una observación de campo [NIE93] el trabajo que se realiza es visitar el lugar o lugares de trabajo donde se estén realizando las actividades objeto de nuestro estudio y donde encontraremos usuarios representativos. El objetivo principal consistirá en observarlos para entender cómo realizan sus tareas y qué clase de modelo mental tienen sobre ellas. También les podremos hacer preguntas para completar esta información.

Este método se puede utilizar en las etapas de prueba y del despliegue del desarrollo del producto.

Procedimiento

Preparación para las visitas del campo

Elige una variedad de usuarios representativos del producto, de diversos lugares de trabajo y prepara visitas con estos usuarios.

Elabora la lista de las preguntas que necesitas que te contesten y de los datos que quieres recoger

Utilice el sitio de observación y el tiempo con eficacia. Intenta recoger tantos datos como sea posible en los puntos de observación.

Se puede hacer el análisis de datos después de volver al despacho

Parte de la observación de campo se hace a través de preguntas, es decir entrevistar a los usuarios de su trabajo y la manera como utilizan el producto o realizan sus tareas.

Otra parte es observación, observando a las personas utilizar su producto de la manera en que lo hacen normalmente en el día a día.

Una manera de asegurar los datos adecuados es identificar tantos artefactos y afloramientos como sea posible.

Este método también se denomina observación etnográfica y viene de la antropología.

> *Artefactos son objetos físicos en uso en el sitio (blocs de notas, formularios, informes, espacios, paredes).*
>
> *Los afloramientos son rasgos físicamente identificables que marcan o caracterizan el sitio (tamaño de los cubículos, tamaño de las pizarras y qué es lo que está escrito en ellos, tipos de uniformes).*

Por ejemplo las notas *Post–It* pueden ser al mismo tiempo un artefacto y un afloramiento.

El diseño de los cubículos y la posición de la persona (quien se sienta al lado del jefe, quien se sienta al lado de los repuestos, etc.) puede ser asimismo informativo.

Alguien a quien consultes para asesoramiento o información no constituye ni un artefacto ni un afloramiento pero puede ser caracterizado como parte de la relación.

Cómo identificar artefactos y datos de afloramientos

Identificar artefactos y afloramientos suena como que vamos a explorar un yacimiento arqueológico y de hecho es bastante similar. De alguna manera un arqueólogo mira a la cerámica de un antiguo yacimiento para determinar sus productos alimentarios. Podemos encontrar objetos durante la observación de campo que nos pueden ayudar a identificar cómo los usuarios utilizan el producto.

Deben tenerse en cuenta las siguientes etapas:

1) Identificar los artefactos y afloramientos durante la observación /entrevista
2) Coleccionar y marcar in situ
3) Tomar fotos, grabar ficheros en disco, preguntar por la ubicación o esquemas de objetos físicos

Representando los datos

Cuando usemos los datos para tomar decisiones u opiniones de alternativas de diseño, probar las siguientes representaciones:

- Muestra el artefacto físicamente y su afloramiento
- Muestra una foto del artefacto y su afloramiento
- Muestra un diagrama del artefacto
- Muestra un dibujo del objeto con las partes etiquetadas
- Muestra un dibujo del objeto antes y después de su uso
- Muestra repetidas instancias del artefacto
- Relaciones de grupo

Las relaciones de grupo pueden ayudar a identificar procesos y flujos de información. Esto incluye organización jerárquica, formal enlaces/interacciones entre grupos, informe de la estructura de relaciones, etc.

Modelo de comunicación. Los modelos de comunicación muestran quien habla, con quien y con qué frecuencia. Para productos de comunicación intensiva como teléfono, correo electrónico o anuncios, esta información es vital.

Las preguntas. Cuando se pregunte como hacen las cosas, o cómo se supone que hacen las cosas, debe preguntarse: "¿Funciona?", "¿Hace otras cosas de otra manera?", "¿Porqué?".

Cuándo podemos usar esta técnica

El mejor momento de utilizar esta técnica es en las etapas iniciales del desarrollo de un producto, cuando necesitamos conocer el entorno de trabajo, los objetos, las personas, la organización, los métodos, las tareas que se realizan, etc.. para poder recoger requisitos iniciales y opciones abiertas para incorporar en el diseño preliminar. Por otra parte este método también se puede utilizar en el momento de despliegue, el cual se puede considerar como una etapa inicial de un nuevo diseño.

Estudio de campo pro–activo

Antes de diseñar un sistema, para poder entender a los usuarios, sus tareas y su entorno de trabajo, los ingenieros en factores humanos van al puesto de trabajo de los usuarios y hablan con ellos, observan como trabajan y les hacen preguntas para comprender sus características, el flujo de información, las características del sistema que necesitan, etc. Se debe usar esta técnica durante el análisis de los requisitos o en una etapa inicial del diseño. Ha de ser la primera etapa del trabajo de usabilidad en un proyecto [NIE93].

Procedimiento

Encontrar un grupo representativo de usuarios que estén dispuestos a participar en el estudio de campo. Fijar reuniones de los ingenieros de usabilidad con ellos para visitarlos en su entorno de trabajo y hablar con ellos. Las líneas de trabajo a seguir en este tipo de estudios generalmente incluyen realizar las siguientes etapas :

- **Características individuales del usuario**: experiencia de trabajo, nivel educativo, edad, experiencia previa en computación, entorno de trabajo, etc. Identificar los aspectos de características del usuario que pueden afectar a su uso del sistema a desarrollar y trabajar estos aspectos durante el estudio de campo.
- **Análisis de tareas**: Los objetivos globales del usuario, su aproximación actual, el modelo del usuario de la tarea, las necesidades de información y como maneja circunstancias excepcionales o emergencias. Un resultado típico de un análisis de tareas incluye: Una lista de todas las cosas que los usuarios quieren realizar con el sistema, toda la información que necesitarán para realizar sus objetivos, las etapas que han de realizarse y las interdependencias entre las etapas, todos los resultados e informes que han de hacerse, los criterios usados para determinar la calidad y la aceptación de estos resultados, las necesidades de comunicación de los usuarios al realizar intercambio de información con otros mientras realiza la tarea o preparándose a hacerlo. Estas informaciones deben ser recogidas hablando con los usuarios y observando ejemplos concretos de su trabajo. También los usuarios deben ser interrogados con el fin de que describan excepciones de su flujo de trabajo normal.
- **Análisis funcional**: Fijarse en los objetivos que los usuarios quieren realizar aunque no necesariamente destacando las maneras como los usuarios hacen las cosas. El análisis funcional debería ser coordinado con el análisis de tareas para que las nuevas maneras de realizar las tareas sean tan consistentes como sea posible con las maneras anteriores.

- **La evolución del usuario**: Usar el sistema cambia a los usuarios, y al cambiar quieren usar el sistema de otra manera. Estudiar cómo los usuarios han cambiado en el pasado mediante el uso de sistemas similares. Un cambio típico es que los usuarios se vuelven expertos al cabo de un tiempo y quieren aceleradores.

Grupo de discusión dirigido (*focus group*)

El *focus group* [NIE93] o grupo de discusión dirigido es una técnica de recolección de datos donde se reúne de 6 a 9 usuarios para discutir aspectos relacionados con el sistema. Un ingeniero de factores humanos hace las veces de moderador, que tiene que preparar la lista de aspectos a discutir y recoger la información que necesita de la discusión. Esto puede permitir capturar reacciones espontáneas del usuario y ideas que evolucionan en el proceso dinámico del grupo.

Procedimiento

Los procedimientos generales para dirigir un *focus group* son:

- Localizar usuarios representativos (típicamente 6 a 9 por *focus group*) que quieran participar
- Seleccionar un moderador.
- Preparar una lista de temas a ser discutidos y objetivos a asumir por los temas propuestos.
- Controlar la discusión sin inhibir el flujo libre de ideas y comentarios.
- Asegurar que todos los participantes contribuyen a la discusión.
- Procurar que no haya un participante que domine la discusión.
- Conservar la discusión que discurra libremente y no estructurada, pero procura que siga un esquema planeado.
- Escribir un resumen de las opiniones que han prevalecido y comentarios críticos de la sesión incluyendo cuotas representativas.

Aspectos a considerar al dirigir el *focus group*:

- Tener más de un grupo principal, puesto que el resultado de una sola sesión puede no ser representativo y una sola discusión pudo haberse centrado en un subconjunto de las ediciones o de los aspectos de menor importancia del sistema.
- El asesor necesita ser experto en la dinamización y la comunicación del grupo para hacer un grupo principal acertado. No es tan simple como preparando preguntas, porque el asesor necesita facilitar y dirigir la discusión en tiempo real.
- Los datos recogidos tienden a tener una validez baja y son muy difíciles de analizar debido a su naturaleza no estructurada y de flujo libre.

Etapas para ser aplicado:

- Test y despliegue.

Entrevistas

Entrevistar a los usuarios respecto de su experiencia en un sistema interactivo resulta una manera directa y estructurada de recoger información. Además las cuestiones se pueden variar con tal de adaptarlas al contexto. Normalmente, en una entrevista se sigue una aproximación de arriba abajo.

Las entrevistas pueden ser efectivas para una evaluación de alto nivel, particularmente para extraer información sobre las preferencias del usuario, impresiones y actitudes. Puede ayudar a encontrar problemas no previstos en el diseño.

Para que la entrevista sea lo más efectiva posible, ha de ser preparada con antelación, con todo un conjunto de preguntas básicas. El revisor puede adaptar la entrevista al entrevistado y obtener el máximo beneficio.

Cuestionario

El cuestionario es menos flexible que la entrevista, pero puede llegar a un grupo más numeroso y se puede analizar con mas rigor. Se puede utilizar varias veces en el proceso de diseño.

Hay una serie de tipos de preguntas que se pueden incluir en el cuestionario:

1) General: Preguntas que ayudan a establecer el perfil de usuario y su puesto dentro de la población en estudio. Incluye cuestiones como edad, sexo, ocupación. lugar de residencia y otras.

2) Abierta: Preguntas útiles para recoger información general subjetiva. Pueden dar sugerencias interesantes y encontrar errores no previstos.

3) Escalar: Permite preguntar al usuario sobre un punto específico en una escala numérica.

   Por ejemplo:

   El diseño de los iconos es comprensible

Poco	1	2	3	4	5	Mucho

4) Opción múltiple: En este caso se ofrecen una serie de opciones y se pide responder a una o varias.

   ¿Que tipo de software has utilizado?

Tratamiento de texto	☑
Hoja de cálculo	☐
Bases de datos	☐
Contabilidad	☐

5) Son particularmente útiles para recoger información de la experiencia previa del usuario. Un caso especial es cuando se le dan opciones para contestar si o no .

6) Ordenadas: Se presentan una serie de opciones que hay que ordenar.

7) Ordena la utilidad de como ejecutar una acción:

8) 1 la más útil, 2 la siguiente, etc. 0 si no se utiliza

Por iconos	
Selección de menú	
Doble clic	

Ejemplos de cuestionarios

En este apartado presentamos el diseño de un cuestionario después de realizar una tarea y después de acabar el test.

Cuestionario de post–tarea

1. ¿Ha sido fácil completar la tarea? (Marca la respuesta adecuada)

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

2. ¿Has utilizado el manual para completar la tarea?

Sí____ No ____

3. Si has utilizado el manual, ¿la información ha sido fácil de encontrar?

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

4. ¿La información que encontraste en el manual ha sido fácil de utilizar?

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

Cuestionario post–test

Este cuestionario está diseñado para ver tu opinión respecto del producto.

1. Utilizar el programa ha sido:

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

2. Encontrar las características que querías en los menús ha sido:

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

3. Comprender los mensajes de los prompts ha sido:

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

4. La recuperación de errores es:

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentarios:

5. El uso del manual ha sido:

Muy fácil	Fácil	Normal	Difícil	Muy difícil

Comentario:

6. ¿Te explica el manual todo el ámbito del programa?

Si____ No ____

Comentarios:

7. ¿Recomiendas que se compre este producto?

8. Comentario general:

Grabación del uso (*logging*)

El *logging* implica disponer en el ordenador de una ampliación del sistema que recoja automáticamente estadísticas sobre el uso detallado del sistema. Es útil porque muestra cómo los usuarios realizan su trabajo real y porque es fácil recoger automáticamente datos de una gran cantidad de usuarios que trabajan bajo diversas circunstancias.

Típicamente, un registro de la interfaz contendrá estadística sobre la frecuencia con la cual cada usuario ha utilizado cada característica en el programa y la frecuencia con que los diversos eventos de interés (tales como mensajes de error) han ocurrido. La estadística que muestra la frecuencia del uso de comandos y de otras características de sistema se puede utilizar para optimizar características con frecuencias usadas y para identificar las características que se utilizan o no se utilizan raramente. La estadística que muestra la frecuencia de las diversas situaciones de error y el uso de la ayuda en línea se puede utilizar para mejorar la utilidad de los desbloqueos futuros del sistema reajustando las características que causan la mayo parte de los errores y la mayoría del acceso para la ayuda en línea.

Esta técnica se puede utilizar en las etapas de prueba o de despliegue.

Procedimiento:

El registro se realiza generalmente modificando los *drivers* del sistema, por ejemplo del ratón o del teclado u otras partes del sistema que permitan el registro de las acciones del usuario o modificando la aplicación que estamos probando. Este último método es el preferido ya que hace más fácil registrar acontecimientos de interés. Si los únicos datos disponibles son entrada de información y salida sin procesar, es mucho más difícil analizar los acontecimientos de gran interés para el uso del sistema, tal como situaciones del uso de alguna característica o de error. Si el sistema equipado se ejecuta en una unidad central o en sitios de trabajo con un espacio compartido del fichero, es fácil recoger datos de registro simplemente copiando los ficheros de diario de cada usuario en los intervalos regulares. Si no, puede ser necesario recoger datos de registro a través de correo electrónico automáticamente o pidiendo que los usuarios ejecuten periódicamente un programa que envíe el fichero por correo.

Test

En los métodos de usabilidad por test, usuarios representativos trabajan en tareas utilizando el sistema (o el prototipo) y los evaluadores utilizan los resultados para ver cómo la interfaz de usuario soporta a los usuarios con sus tareas.

Tipos de métodos:

1) Medida de prestaciones
2) Test remoto
3) Pensando en voz alta
4) Interacción constructiva
5) Test retrospectivo
6) Método del conductor

Medida de prestaciones

Un test de medida de prestaciones comparte estas características:

- El primer objetivo es mejorar la usabilidad del producto.
- Los participantes representan usuarios reales.
- Los participantes hacen tareas reales.
- Se observa y se registra lo que los participantes hacen y dicen.
- Se analizan los datos, se diagnostican problemas reales y se recomiendan cambios para fijar los problemas.

1) **El primer objetivo es mejorar la usabilidad de un producto**. El primer objetivo es mejorar la usabilidad de un producto que se está probando y

también mejorar el proceso en que se basa el diseño y desarrollo del producto. Esta característica lo distingue de un test de funcionalidad que tiene como objetivo garantizar que el producto funcione de acuerdo con las especificaciones.

2) **Los participantes representan usuarios reales**. Las personas que hacen el test del producto tienen que ser del grupo de personas que ahora o después utilizará el producto. Un test que utilice programadores cuando el producto está pensado para secretarias no es un test de usabilidad. Si los participantes son mas experimentados que los usuarios actuales, se pueden omitir problemas que provocan que después no entre bien en el mercado. Si los participantes son menos experimentados que los usuarios actuales, podría ocurrir que se hicieran cambios que no representen mejoras para los usuarios reales.

3) **Los participantes tienen que hacer tareas reales**. Las tareas a tener en cuenta en el test han de ser tareas que los usuarios hacen en el trabajo o en casa. Esto quiere decir que se han de conocer los perfiles de los usuarios y las tareas por las que el producto es relevante.

   Es evidente que no se podrán probar todas las tareas en un test de usabilidad; tan sólo unas pocas de las que el usuario utilizará con el producto. Por tanto, es importante que las tareas que se prueben sean relevantes para los usuarios y que puedan ocultar problemas de usabilidad.

4) **Se observa y se registra lo que los participantes hacen y dicen**. Observar y grabar las actividades de los participantes en el test distingue un test de usabilidad de un debate de grupo, encuestas y beta test.

   En un test de usabilidad tendremos un grupo de personas que trabajaran con el producto. De estas personas grabaremos sus actividades y sus opiniones. Normalmente estas actividades estarán relacionadas con la grabación de tareas y la respuesta a cuestionarios.

   Un test de usabilidad incluye los dos aspectos: El momento en que los usuarios están realizando tareas con el producto y el tiempo que invierten llenando cuestionarios del producto.

5) **Se analizan los datos, se diagnostican problemas reales y se recomiendan cambios para fijar los problemas**. Recoger los datos es necesario, pero no es suficiente en un test de usabilidad. Después del test se tienen que analizar los datos y se consideran los datos cualitativos y cuantitativos de los participantes con las observaciones propias y los comentarios del usuario. Se utilizan todos estos datos para diagnosticar y documentar los problemas de usabilidad del producto y las soluciones recomendadas para estos problemas.

Selección de tareas

- Tareas que demuestren problemas de usabilidad
- Tareas sugeridas por la propia experiencia
- Tareas derivadas de otros criterios
- Tareas que los usuarios harán con el producto

1) **Tareas que demuestren problemas de usabilidad**. El criterio más importante para seleccionar tareas es utilizar tareas que prueben los problemas potenciales de usabilidad del producto. Como con cualquier otro procedimiento de test, cuantos más problemas encontremos mejor.

2) **Tareas sugeridas por la propia experiencia**. Los desarrolladores siempre tienen algunas ideas respecto de dónde encontrar problemas. Saben qué partes del producto fueron más difíciles de diseñar y cuáles son los problemas que se han de probar.

3) **Tareas derivadas de otros criterios**. Se pueden utilizar otros criterios, como por ejemplo las tareas que son difíciles de recuperar después de un error.

4) **Tareas que los usuarios harán con el producto**. Se seleccionan tareas habituales en el día a día de los usuarios en orden de optimizar la usabilidad n los aspectos más cotidianos.

¿Cómo medir la usabilidad?

Consideraremos cómo planificar las observaciones y medidas para un test de usabilidad. En primer lugar trataremos de comprender qué es lo que se puede medir.

En un test de usabilidad podemos recoger:

1) **Medidas de rendimiento**. Esto quiere decir contar las acciones y los comportamientos que se puedan ver

2) *Medidas subjetivas*. Esto quiere decir percepciones de las personas, opiniones y juicios

Medidas de rendimiento.

Las medidas de rendimiento son cuantitativas. Se pueden contar cuántas personas, cuántos errores hacemos, cuántas veces repiten el mismo error. La mayor parte de las medidas de rendimiento requieren observaciones cuidadosas.

Ejemplo de medidas de rendimiento en test de usabilidad típicos:

- tiempo para completar una tarea
- tiempo consumido en menús de navegación
- tiempo consumido en ayuda en línea
- tiempo en buscar información en un manual
- tiempo invertido en recuperarse de errores
- número de opciones de menú erróneos
- número de opciones incorrectas en cajas de dialogo
- número de selección de iconos incorrectos
- número de teclas de función mal seleccionadas
- número de llamadas a la ayuda
- número de pantallas de ayuda en línea
- número de veces que se consulta el manual
- observaciones de frustración
- observaciones de confusión
- observaciones de satisfacción

Medidas subjetivas.

Las medidas subjetivas pueden ser cuantitativas o cualitativas.

Ejemplos de medidas subjetivas en test de usabilidad típicos:

Relaciones de:

- facilidad de uso del producto
- facilidad de aprender el producto
- facilidad de hacer una determinada tarea
- facilidad de instalar el producto
- facilidad de encontrar información en el manual
- facilidad de comprender la información
- utilidad de los ejemplos de ayuda

Preferencias o razones de la preferencia:	• de una versión previa • sobre un producto de la competencia • de la manera como estamos haciendo las tareas ahora
Predicciones de comportamiento:	• ¿Comprará el producto?
Comentarios espontáneos:	• Estoy totalmente perdido • Ha sido fácil • No comprendo el mensaje

Resultados del test.

Un test de usabilidad genera una cantidad importante de datos:

- Una lista de problemas que han ido creciendo durante la realización del test
- Datos cuantitativos de tiempo, errores y otras medidas de rendimiento
- Datos cuantitativos de valoraciones subjetivas y otras cuestiones 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 vídeo, presentando diferentes vistas del test

El objetivo de un test de usabilidad es encontrar problemas reales con el producto y con el proceso que se ha de utilizar para desarrollar el producto.

Pensando en voz alta (*thinking aloud*)

Descripción

En este método de evaluación [NIE93] se les pide a los usuarios que expresen en voz alta sus pensamientos, sentimientos y opiniones mientras que interaccionan con el sistema. Es muy útil en la captura de un amplio rango de actividades cognitivas.

Procedimiento

Se les proporciona a los usuarios el producto que tienen que probar (o un prototipo de la interfaz) y un conjunto de tareas a realizar y se les dice que realicen las tareas y que expliquen que es lo que piensan al respecto mientras están trabajando con la interfaz.

Pensando en voz alta permite a los probadores (*testers*) comprender cómo el usuario se aproxima a la interfaz y qué consideraciones tiene en la mente cuando la usa. El usuario puede expresar que la secuencia de etapas que le dicta el producto para realizar el objetivo de su tarea es diferente de la que esperaba.

Aunque el principal beneficio del protocolo *pensando en voz alta* es una mejor comprensión del modelo mental del usuario y la interacción con el producto, hay asimismo otros beneficios, por ejemplo, conocer la terminología que el usuario utiliza para expresar una idea o función que debería ir incorporada en el diseño del producto o al menos en su documentación.

Interacción constructiva

Este método es una derivación del pensando en voz alta e implica el tener en vez de uno, dos usuarios que hagan el test del sistema conjuntamente [OMA94], este

método también se denomina aprendizaje por codescubrimiento [KEN89]. La principal ventaja de este método es que la situación del test es mucho más natural que el pensar en voz alta con usuarios individuales ya que las personas normalmente verbalizan cuando tratan de resolver un problema conjuntamente y además hacen muchos más comentarios.

Este método tiene la desventaja que los usuarios pueden tener diferentes estrategias de aprendizaje.

Un aspecto a tener en cuenta es que la interacción constructiva requiere el doble de usuarios que el método de pensar en voz alta.

Test retrospectivo

Si se ha realizado una grabación en vídeo de la sesión de test es posible recoger más información haciendo que el usuario revise la grabación [HEW81].

Los comentarios del usuario mientras está revisando el vídeo son mas extensos que mientras ha estado trabajando en la tarea de test y es por tanto posible para el experimentador parar el vídeo y preguntar al usuario con mas detalle sin tener miedo de interferir con el test que esencialmente ha sido completado.

El aspecto negativo más obvio es que se tarda como mínimo dos veces mas en realizar el test para cada usuario.

Método del conductor (coaching method)

El método del conductor [MAC92] es algo diferente de estos métodos de test de la usabilidad en la que hay una interacción explícita entre el sujeto del test y el experimentador (o conductor). En la mayor parte de los otros métodos, el experimentador trata de interferir lo menos posible con el que está realizando el test, en este caso es al contrario, se conduce al usuario en la dirección correcta mientras se usa el sistema.

Durante el test por conducción al usuario se le permite preguntar cualquier aspecto relacionado con el sistema a un conductor experto que responderá lo mejor que pueda. Una variación del método implica que el conductor es un usuario experto.

Este método se centra en el usuario inexperto y su propósito es descubrir las necesidades de información de los usuarios de tal manera que se proporcione un mejor entrenamiento y documentación al mismo tiempo que un posible rediseño de la interfaz para evitar la necesidad de preguntas.

6 Métodos de evaluación en el ciclo de vida

En este apartado se presenta una tabla donde se enumeran los diferentes métodos de evaluación junto con las fases del proceso en que se aplican [MAY99].

Métodos	**Etapas del ciclo de vida**				
	Requisitos	Diseño	Codificación	Test	Despliegue
Estudio de campo proactivo	X	X			
Recorridos plurales		X			
Chequeo de un sistema de escenario		X	X	X	X

Evaluación heurística		X	X	X	X
Pensando en voz alta		X	X	X	X
Recorridos cognitivos		X	X	X	X
Medida de prestaciones				X	X
Entrevistas		X	X	X	X
Focus groups				X	X
Cuestionarios				X	X
Observación de campo	X				X
Estándares				X	X
Grabación del uso				X	X

7 Coste de la usabilidad

El coste es un aspecto importante a tener en cuenta en el proceso de decisión para realizar los diferentes métodos de evaluación de la usabilidad. Hemos tenido en cuenta los siguientes criterios para determinar el coste de realizar un método de evaluación de la usabilidad ([BIA94], [BIA00]):

- Personal necesario, número de usuarios, expertos en usabilidad y desarrolladores de software
- Tiempo necesario para recogida de datos y análisis
- Necesidad de coordinación, esto es si el método requiere que los participantes estén presentes simultáneamente.

La clasificación de métodos según su coste resulta como sigue:

1) Bajo
   - Evaluación heurística
2) Medio
   - Recorrido cognitivo
   - Inspección por características
   - Observación de campo
   - Entrevistas
   - Grabación de uso
   - Estudio de campo proactivo
   - Cuestionarios
   - Lista de chequeo basado en escenarios
3) Alto
   - Focus group
   - Medida de prestaciones
   - Protocolo de pensar en voz alta

8 Laboratorio de usabilidad

Los laboratorios de usabilidad son espacios especialmente adaptados para la realización del test de usabilidad.

Consisten normalmente en dos salas, una de ellas es la sala de observación y otra la de test. Entre las dos habitaciones normalmente hay instalado un cristal visible de separación que normalmente solo permite ver a los usuarios desde la sala de observación, pero no a las personas que se encuentran en la sala de observación desde la sala de test.

A veces hay una sala adicional adjunta a la sala de observación, lo que permite que haya un grupo de observadores adicional, normalmente los desarrolladores, que pueden debatir el test que se está realizando sin distraer a los observadores principales, los especialistas en usabilidad en la sala principal de observación.

Normalmente un laboratorio de usabilidad está equipado con varias cámaras de vídeo bajo control remoto de la sala de observación. Estas cámaras se pueden usar para mostrar una visión general del test que se está realizando y también para focalizarlo en la cara del usuario, el teclado, el manual y la documentación.

En la sala de observación se mezclan las señales de vídeo para producir una sola secuencia que se graba con el instante en que se ha generado cada secuencia para compararlo con la grabación del uso del sistema u otras informaciones.

El laboratorio de usabilidad permite poder realizar cómodamente la fase de recogida de datos de los participantes en el test de usabilidad.

Equipamientos:

- Cámaras de control remoto
- Micrófonos inalámbricos
- Mesa de mezcla digital
- Escáner de entrada
- Grabadora VHS

Laboratorio de usabilidad móvil

Además de los laboratorios de usabilidad permanentes se pueden utilizar laboratorios móviles para poder hacer un test mas flexible y para trabajos de campo.

Con un laboratorio de usabilidad portable, cualquier oficina o otras dependencias se puede convertir en una sala de test y el test se puede realizar donde están los usuarios mejor que llevar a los usuarios a un lugar fijo.

Un laboratorio de usabilidad reducido puede consistir en un bloc de notas, un ordenador portátil, una grabadora de vídeo de un cierta calidad y dos micrófonos.

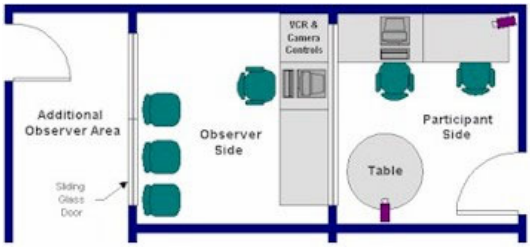


Figura 2 Laboratorio de usabilidad

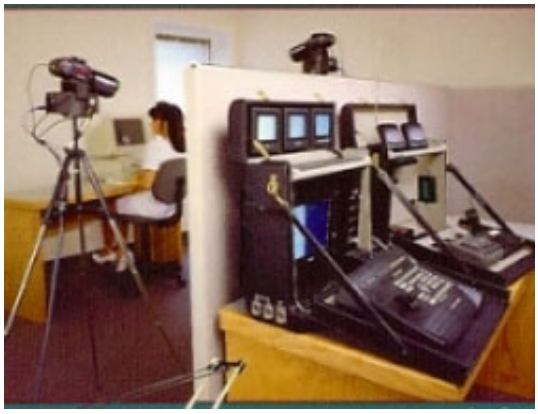


Figura 3 Laboratorio de usabilidad móvil

Conclusiones

La evaluación es una parte muy importante del ciclo de diseño y tiene que hacerse durante todo el ciclo de vida. Su objetivo es probar la funcionalidad y usabilidad del diseño, identificar y rectificar problemas. Puede hacerse en el laboratorio o en el puesto de trabajo del usuario y en general es importante una participación activa por parte del usuario.

Referencias

[BIA94] BIAS R. y MAYHEW D. J. *Cost–Justifying Usability, 1994*. AP Professional Cambridge, MA, 1994

[BIA95] BIAS R. 1995

[BIA00] BIAS R. 2000

[DIX93] DIX 1993

[HEW81] HEWET ? y SCOTT ? 1981

[KEN89] KENNEDY 1989

[LIF90] LIFE ? ET AL. 1990

[MAC92] MACK ? y BENNET ? 1992

[MAY99] MAYHEW D. Usability engineering lifecycle, 1999

[MOL90] MOLICH R. y NIELSEN J. «Heuristic evaluation of user interfaces» en *Proceedings of ACM CHI 1990*. Seattle, WA, Abril 1990, Pág. 249-256, 1990

[NEV72] NEV 1972

[NIE93] NIELSEN J. *Usability Engineering.* Academic Press, Pág. 195-198, 1993

[NIE94] NIELSEN J. y MACK R. L. eds. *Usability Inspection Methods*. John Wiley and Sons, New York, NY, 1994

[OMA94] O'MALLEY ET AL 1994

[SOM92] SOMMERVILLE 1992

[WHA94] WHARTON C. ET AL. «The cognitive walkthrough method: a practitioner's guide» en *Usability Inspection Methods* (NIELSEN J. y MACK R. L. eds.). John Wiley & Sons, New York, NY, Pág. 105-140, 1994

[WIX94] WIXON D., JONES S., TSE L. y CASADAY G. «Inspections and design

reviews: framework, history, and reflection» en *Usability Inspection Methods* (NIELSEN J. y MACK R. L. eds.). John Wiley & Sons, New York, NY, Pág. 79-104, 1994

[YOU89] YOURDON E. *Structured Walkthroughs*, 4ª edición. Yourdon Press, Englewood Cliffs, NJ, 1989

Bibliografía

AERA, APA, NCEA. *Standards for Educational and Psychological Testing.* American Psychological Association, 1985

ANDROILE S. y ADELMAN L. Cognitive Systems Engineering for User–Computer Interface Design, Prototyping, and Evaluation: Interface Design, Prototyping and Evaluation. Lawrence Erlbaum Associates, 1995

BIAS R. y MAYHEW D. J. *Cost–Justifying Usability, 1994*. AP Professional Cambridge, MA, 1994

CARROLL J. Making use, scenario based design of human computer interactions. MIT Press, Pág. 46-70, 2000

LINDGOARD G. Usability Testing and Systems Evaluation: A Guide for Designing Useful Computing System, 1994

MAYHEW D. Usability engineering lifecycle, 1999

MOLICH R. y NIELSEN J. «Heuristic evaluation of user interfaces» en *Proceedings of ACM CHI 1990*. Seattle, WA, Abril 1990, Pág. 249-256, 1990

NIELSEN J. *Usability Engineering*. Academic Press, Pág. 195-198, 1993.

NIELSEN J. y MACK R. L. eds. *Usability Inspection Methods*. John Wiley and Sons, New York, NY, 1994

WHARTON C. ET AL. «The cognitive walkthrough method: a practitioner's guide» en *Usability Inspection Methods* (NIELSEN J. y MACK R. L. eds.). John Wiley & Sons, New York, NY, Pág. 105-140, 1994

WHARTON C., BRADFORD J., JEFFRIES R. y FRANZKE M. «Applying cognitive walkthroughs to more complex user interfaces: Experiences, issues and recommendations» en *Proceedings of CHI 92*. Monterey, CA, Mayo 1992, Pág. 381-388, 1992

WIXON D., JONES S., TSE L. y CASADAY G. «Inspections and design reviews: framework, history, and reflection» en *Usability Inspection Methods* (NIELSEN J. y MACK R. L. eds.). John Wiley & Sons, New York, Pág. 79-104, 1994

YOURDON E. *Structured Walkthroughs*, 4ª edición. Yourdon Press, Englewood Cliffs, NJ, 1989

El diseño

Miguel Gea
Fco. Luis Gutiérrez
Universidad de Granada

1 El diseño

Última modificación: 02/05/2002

Objetivos 3
Introducción 4
1 Análisis centrado en el usuario 5
2 Ciclo de vida de la interfaz de usuario 6
3 Aproximaciones al diseño 8
4 Análisis de tareas 12
5 Modelos arquitectónicos 23
6 Modelos abstractos 30
7 Estrategia de diseño 32
Conclusiones 41
Referencias 41
Bibliografía 42
Enlaces interesantes 42

Objetivos

Objetivos a conseguir

- Conocer el proceso de diseño de sistemas interactivos
- Estudiar notaciones y métodos para el análisis de la interfaz de usuario
- Conocer y aplicar análisis de tareas
- Introducir conceptos de diseño orientado a objetos
- Analizar estrategias de diseño

Introducción

Los sistemas interactivos se caracteriza por la importancia del diálogo con el usuario. La interfaz de usuario es por tanto, una parte fundamental en el proceso de desarrollo de cualquier aplicación y por tanto se tiene que tener en cuenta su diseño desde el principio. La interfaz es la parte (hardware y software) del sistema informático que facilita al usuario el acceso a los recursos del ordenador. En este sentido, THIMBLEBY [THI90] sugiere que la interfaz determinará en gran medida la percepción e impresión que el usuario poseerá de la aplicación. El usuario no está interesado en la estructura interna de la aplicación, sino en cómo usarla. No se puede realizar la especificación, diseñar las funciones y estructuras de datos y escribir el código y una vez casi terminado el proceso de desarrollo de la aplicación plantearse el diseño de la interfaz de usuario. Siguiendo esta forma de trabajo lo mas seguro es que se obtengan diseños de interfaces muy dependientes de los diseños que se han realizado de las datos y de las funciones, sin tener en cuenta que esos datos han de ser obtenidos y representados por y para el usuario.

Una vez tenemos hecha la especificación, propuesto un diseño y el código está implantado, es muy difícil cambiar las características de la interacción y presentación de la información, excepto pequeñas cosas. Por tanto, deberemos empezar con un idea clara de cómo queremos la interfaz y como serán las interacciones con el usuario para después, desarrollar las especificaciones funcionales que sirvan de guía al diseño posterior.

En el desarrollo de aplicaciones interactivas se podrán aplicar las técnicas de la ingeniería de software, pero teniendo en cuenta que hemos de modificar algunos aspectos de los métodos de diseño clásico para adaptarlos a las peculiaridades de estos sistemas. Hay que tener en cuenta que un aspecto fundamental es el análisis y diseño de la parte interactiva, y que para realizarlo, necesitaremos aplicar de técnicas de análisis y diseño específicas.

El desarrollo de un sistema interactivo deberá tener en cuenta a los participantes que van a intervenir en el mismo: ***el usuario***, que posee la capacidad de elección y actuación, ***la computadora***, que ofrece un programa y mecanismos para su acceso, y ***el diseñador***, el encargado de anticipar las posibles acciones del usuario y codificarlas en el programa. Todo ello se articula a través de la interfaz de Usuario de la aplicación.

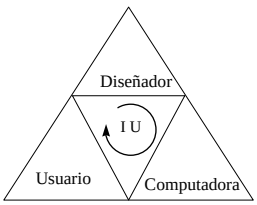


Figura 1 Participantes de un sistema interactivo

La tendencia hacia interfaces de usuarios fáciles de usar provoca que su diseño sea cada vez más complejo. La interfaz de usuario, como medio de comunicación entre el humano y la computadora se caracteriza por su apariencia (presentación) y su capacidad de gestión del diálogo. Podemos encontrar multitud de productos que permiten la descripción y generación automática de la apariencia externa de una aplicación mediante la utilización de paletas de recursos (botones, menús, etc.) herramientas visuales, *toolkits*, etc. Sin embargo, estas herramientas no suministran suficiente ayuda en el análisis del comportamiento dinámico de la interfaz, en su descripción y sobre todo, no aseguran su corrección. A continuación introduciremos una aproximación de ingeniería para el diseño de sistemas interactivos.

1 Análisis centrado en el usuario

El diseño de un sistema interactivo debe satisfacer las demandas de los usuarios que lo van a utilizar. El ordenador es una herramienta para realizar un determinado trabajo o actividad, y para que sea una buena herramienta, deberá ser adecuada, cómoda y eficiente para realizar estos cometidos. Para lograr un buen diseño, deberemos partir de un análisis profundo del contexto donde se desarrolla el trabajo [HAC98]. Para ello deberemos analizar las características del usuario, las actividades que realiza y el escenario donde se desempeña su actividad. Todos estos factores permitirán conocer los requisitos que se deben satisfacer en el diseño del sistema.

Los usuarios

En primer lugar, a la hora de diseñar el sistema, deberemos tener en cuenta las peculiaridades de los usuarios potenciales del mismo. Esta necesidad de incorporar el factor humano en el diseño viene dada por el reconocimiento del mal diseño que se ha hecho en gran cantidad de aplicaciones y el deseo de crear productos que ayuden de forma efectiva al usuario. Además, la características de los usuarios pueden afectar al modo de trabajo y condicionar el proceso de comunicación con el sistema. Por ejemplo, los factores humanos pueden condicionar el tiempo de aprendizaje, el rendimiento (tiempo para realizar una tarea), la frecuencia de errores cometidos, grado de retención (memoria de uso) o de satisfacción del usuario. A la hora de diseñar la aplicación, se puede realizar por encargo directo (por lo que existe un cliente), o bien, dirigirlo a un colectivo más o menos amplio de potenciales usuarios (niños, profesionales, estudiantes, etc.).

El análisis del usuario implica conocer aspectos tales como:

- **Habilidades físicas y sensoriales**. Estas habilidades determinarán en gran medida la adaptación del entorno de trabajo a las características del usuario (tamaño de los botones, tipo de dispositivos, etc.). Podemos encontrar casos en los que el diseño debe ser preferentemente ergonómico por las limitaciones en movilidad de los usuarios, como por ejemplo, la discapacidad por parálisis cerebral, o tener en cuenta pequeñas alteraciones como por ejemplo el daltonismo (*ver capítulo 'Accesibilidad')*.
- **Habilidades cognitivas**. Estas diferencias en la capacidad de razonamiento y conocimiento están motivadas por el grado de experiencia que posee el usuario tanto de su propio trabajo como del uso del ordenador como herramienta. Podemos tener una gran variedad de usuarios desde los expertos a los noveles, usuarios cotidianos u ocasionales, motivados o no, etc.
- **Diferencias de personalidad**. Las diferencias en la personalidad puede provocar alteraciones en la propia comunicación. Así, personas tímidas tendrán un comportamiento más cauto y prudente ante el ordenador que una persona extrovertida y nerviosa.
- **Diferenciación cultural**. También podemos encontrar diferencias motivadas por el entorno socio–cultural donde se encuentra el usuario, que puede afectar al lenguaje utilizado, expresiones y terminología, modo de trabajar, etc. (*ver capítulo 'Internacionalización'*)

Este conjunto de características relevantes de los usuarios serán de gran ayuda en las etapas posteriores de diseño. Para ello, podemos partir de una tabla en la cual se recoja los distintos tipos de usuarios (secretaria, director, técnico..) y sus características relevantes (grado de utilización del sistema, nivel de experiencia, etc.).

Las tareas

Otro factor importante a tener en cuenta en el diseño son las tareas que realizan los usuarios. Nuestra forma de actuar está dirigida por objetivos (*goals*) como se recoge en el modelo de NORMAN (*ver capítulo 'El factor humano'*). Para lograr ese objetivo (por ejemplo comer), debemos llevar a cabo una serie de actividades (encender, coger, poner...) sobre unos objetos (microondas, pizza, temporizador...) encaminadas a lograr ese objetivo. A la hora de realizar estas tareas mediante un sistema interactivo deberemos tener en cuenta que sigan siendo familiares al usuario, es decir, la forma de llevarlas a cabo, su representación así como la secuencia de acciones debe ser similar a la que realiza en el entorno real. Si esto no se satisface, el usuario requerirá un esfuerzo adicional para comprender las tareas que realiza cotidianamente.

El escenario

Las personas no realizan su trabajo de forma aislada, sino que se ven condicionadas por el escenario donde se desempeña esta labor. Los aspectos más relevante a tener en cuenta son:

- **Entorno físico**. El entorno es fundamental para poder trabajar. Deberemos prestar atención a las características ergonómicas del mismo (tipo de ubicación, iluminación, espacio, etc.) así como las peculiaridades del entorno (ruido, polución, calor, etc.). Puede haber casos de especial importancia como sitios de alto riesgo (central nuclear) o condiciones extremas (submarino, aeronave..)
- **Entorno social**. El entorno social implica el trabajo dentro de un grupo donde existen unas normas de comportamiento. Podemos encontrar situaciones en las cuales pueda haber cooperación para el trabajo (ayuda), compartir datos o recursos, dependencias jerárquicas, etc.

Algunas de estas características pueden condicionar el diseño, ya que un trabajo en equipo fuertemente acoplado (con alto nivel de cooperación y compartición de datos) requerirá de una aplicación groupware para trabajo en grupo (*ver capítulo 'Trabajo cooperativo con ordenador'*).

2 Ciclo de vida de la interfaz de usuario

La construcción de un sistema interactivo implica un proceso cíclico de diseño, desarrollo y evaluación. La realimentación que proporciona la evaluación sobre el diseño es fundamental para refinar y pulir aspectos que son muy dependientes de los usuarios finales (el factor humano) una vez que el sistema se ha puesto en marcha. En la siguiente figura se muestran algunas de las peculiaridades de ciclo de vida como son la importancia del usuario (tanto en la fase de análisis como de evaluación) y la naturaleza cíclica del diseño (con continua realimentación a partir de la evaluación).

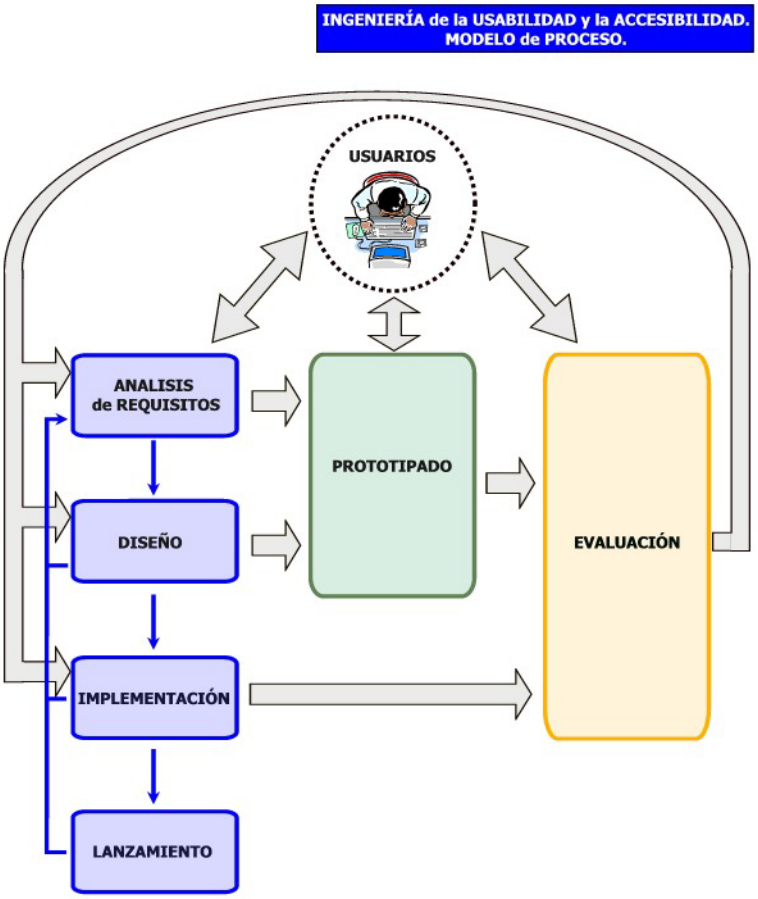


Figura 2 Ciclo de vida del sistema interactivo

Las primeras interfaces las realizaban los propios programadores para los programas que ellos mismos utilizaban. Sin embargo, los diseños deben ir dirigidos a usuarios con diferentes habilidades, y no necesariamente tienen que ser expertos en informática. Los ordenadores son herramientas con las cuales las personas pueden realizar sus tareas, por lo que deberemos tener esto en cuenta a la hora del diseño, ya que si el usuario percibe que algo es difícil de usar, cometerá errores, o bien no realizará la tarea adecuadamente. Para que esto no suceda, es muy importante basar el diseño del sistema sobre aquellos conceptos que maneja el usuario y fundamentarse sobre criterios consistentes y fundamentos teóricos y no en meros juicios intuitivos.

Un buen diseño depende del conocimiento (fundamentos) y experiencia de los diseñadores. Esta información se puede organizar y estructurar para que pueda servir a otros diseñadores. Podemos disponer de varias fuentes de información con diferente grado de rigor y normativa, entre las que podemos destacar:

- **Principios**. Son objetivos generales que pueden ser útiles para organizar el diseño. Aconsejan al diseñador cómo debe proceder. Sin embargo, no se especifican métodos para obtener esos objetivos, y está limitado al uso práctico (por ejemplo: conocer al usuario, minimizar el esfuerzo para realizar una tarea, mantener la consistencia, etc.).
- **Guías (*guidelines*).** Conjunto de recomendaciones que deben ser aplicados a la interfaz y que son cuantificables. Deben ser generales para que puedan ser aplicadas en diferentes contextos. Pueden deducirse de teorías cognitivas, ergonomía, sociología, de la experiencia etc. (por ejemplo, no disponer mas de siete ítems en un menú).
- **Estándares**. Son principios y guías que se deben seguir por imposición industrial. Existen estándares de facto (Macintosh Toolbook, MS Windows, IBM SAA/CUA). Estos estándares se diseñan para proteger la uniformidad y

la línea de productos desarrollados. Con ello, mejoran la eficiencia del usuario (beneficio de una interfaz común para muchos programas). Existen otros estándares en otros ámbitos: ANSI, ISO, DIN, MIL–STD, NASA–STD.

Este conocimiento puede ayudar en el diseño, aunque sin embargo no es suficiente, por lo que deberemos partir de los requisitos del sistema, conocimiento del usuario y aplicar una metodología para un desarrollo efectivo del sistema. Deberemos aplicar técnicas de análisis y especificación para la descripción de aquellos aspectos que sean relevantes dentro del sistema.

Un diseño centrado en el usuario requiere de una continua evaluación del producto a desarrollar. Por este motivo, cobran gran importancia los siguientes aspectos:

- **Métodos formales**. Permiten una especificación precisa y sin ambigüedad del diseño a generar. Permite una verificación formal de propiedades y en algunos casos se puede generar la implementación automáticamente.
- **Herramientas de desarrollo de interfaces modelados** (MB–UID). Estas herramientas obtienen el interfaz a partir del análisis de los requisitos de usuario. Su labor fundamental es la generación de aplicaciones a partir del diseño aunque también se pueden considerar como herramientas de prototipado. Actualmente los lenguajes de programación visuales también disponen de librerías (ej. AWT en Java) que permiten implementar las técnicas de interacción y presentación de la información. (*ver capítulo 'Herramientas'*).
- **Prototipado**. Los prototipos son documentos, diseños o sistemas que simulan o tienen implementadas partes del sistema final. El prototipo es una herramienta muy útil para hacer participar al usuario en el desarrollo y poder evaluar el producto ya en las primeras fases del diseño (modelo del ciclo de vida basado en prototipos).

No obstante, el desarrollo de sistemas interactivos sigue siendo una labor difícil y con un alto coste en tiempo y esfuerzo. Un motivo de esta complejidad es por la necesidad de adaptar el diseño a una gran variedad de usuarios, a diferentes cometidos y sobre diferentes contextos.

3 Aproximaciones al diseño

El desarrollo de Sistemas Interactivos es una tarea compleja para la cual necesitaremos de herramientas y metodologías que nos permitan realizar un diseño satisfactorio centrado en el usuario. Existen dos aproximaciones para realizar el diseño:

- **Aproximación empírica**. El diseño se basa en la propia experiencia del diseñador o bien en la de otros diseñadores que se recoge mediante compendios de recomendaciones (guías, *reglas de oro*, estándares, etc.) más o menos relevantes para la construcción de un interfaz con éxito. Estos resultados generalmente están avalados por unos estudios de evaluación por el usuario (tests de usabilidad).
- **Aproximación metodológica**. Se basa en unos fundamentos teóricos y en la aplicación de una serie de pasos para la realización del diseño.

La aproximación metodológica posee bastantes aportaciones de otras disciplinas, sobre todo de las teorías cognitivas ya que aportan mecanismos para la descripción del conocimiento que el usuario posee del sistema. De hecho, la aproximación empírica se basa en las aportaciones más relevantes (enunciadas como reglas de diseño) de las aportaciones teóricas (*ver capítulo 'Estándares y guías'*). En este capítulo nos centraremos en una aproximación metodológica para el desarrollo de sistemas interactivos, analizando las peculiaridades de este tipo de sistemas y los mecanismos existentes para su análisis y diseño.

En el ámbito del los sistemas interactivos se ha utilizado el término diseño con muchas connotaciones. De hecho, el concepto de diseño abarca desde aspectos de análisis (de usuarios, tareas, del entorno, propiedades), aspectos de modelado (arquitectura) hasta cuestiones relativas propiamente de diseño (apariencia, codificación, etc.).

Modelo mental y modelo conceptual

Un aspecto muy importante en el diseño de sistemas interactivos es el factor humano (*ver capítulo 'El factor humano'*), por lo que deberemos partir de modelos cognitivos que nos permita estudiar y representar cómo es asimilada y procesada la información por una persona. La obtención del conocimiento acerca de una aplicación basada en ordenadores se realiza mediante un *aprendizaje*. Para ello, se introducen dos términos para identificar el grado de asimilación y comprensión del usuario del entorno:

- **Modelo conceptual**: Es una abstracción externa que describe, mediante diagramas y notaciones más o menos formales, el conocimiento que debe poseer una persona acerca de un sistema. Este modelo es realizado por el analista y debe ser completo, consistente y exacto (sin ambigüedad).
- **Modelo mental** (o modelo de usuario): Es la abstracción del conocimiento interno que posee el usuario. Este modelo nos da una medida real de lo que el usuario piensa/conoce acerca del sistema informático. Este modelo guía las intenciones del usuario para realizar una tarea en el sistema. Además, este modelo mental se puede ir modificando conforme se interacciona con el sistema.

El modelo conceptual está basado en un conjunto de elementos y de relaciones que se pueden observar en un determinado sistema, representando el conocimiento que cualquier usuario debería adquirir sobre el sistema. Este modelo se deberá definir mediante una notación formal y comprensible que evite la ambigüedad del lenguaje.

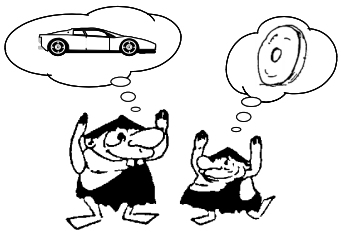


Figura 3 Inconsistencia en el modelo mental

El modelo conceptual debe suministrar información al usuario acerca de **qué** hace el sistema y los mecanismos para llevarlo a cabo. Su importancia radica en que debe favorecer el *aprendizaje* del sistema, es una guía para predecir el comportamiento del sistema, y además, el usuario utilizará este modelo para establecer estrategias encaminada a resolver sus problemas. Los principios en los que debe estar basado el modelo conceptual serán por tanto que sea **asimilable** (mediante el uso de conceptos familiares), **consistente** (coherente y bien formulado) y **simple** (uso de descripciones comprensibles por un usuario medio).

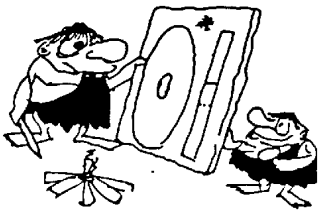


Figura 4 Modelo conceptual (con notación formal)

Para poder realizar el modelo conceptual de un sistema, deberemos conocer y aplicar modelos teóricos cognitivos que están fundamentados en el mecanismo de razonamiento humano. Los más relevantes son:

Modelo de procesador humano

CARD y MORAN [CAR83] presentan este modelo en el que se expone la forma de percibir, procesar y manipular la información. Este modelo identifica diferentes procesadores y sistemas de memoria, donde cada uno de ellos tiene asignado parámetros cuantitativos importantes como ciclos de tiempo o capacidades. El modelo del procesador humano está compuesto de tres sistemas: el sistema perceptual, que maneja los estímulos sensoriales externos, el sistema motor, que controla las acciones y por último, el sistema cognitivo, que suministra el conocimiento suficiente para conectar ambos.

Modelo de desarrollo de tareas

Norman, en 1986, propone un modelo de desarrollo de tareas que identifica siete etapas de ejecución y evaluación de acciones de usuario. El modelo representa las etapas de actividad mental que implica que el usuario alcance un objetivo y que son:

1) establecer el objetivo que se quiere alcanzar,
2) formalizar la intención para la acción que alcanzará el objetivo,
3) especificar la secuencia de acción correspondiente a la intención,
4) ejecutar la acción,
5) percibir el estado del sistema,
6) interpretar el estado, y por último
7) evaluar la interpretación del estado con respecto al objetivo inicial.

Este modelo proporciona una base para representar y entender las consecuencias cognitivas de diseños particulares.

Modelo objeto–acción sintáctico–semántico (SSOA)

Este modelo descrito originalmente por SHNEIDERMAN en 1980 [SHN92], propone que los usuarios poseen un conocimiento sintáctico y semántico del dominio del problema y de los mecanismos de interacción. En este conocimiento se almacenan detalles de los dispositivos (tipos, modo de uso), conocimientos semánticos sobre las actividades y conceptos del ordenador. Este conocimiento se estructura mediante una colección de objetos que componen el sistema (cursor, icono, ventana..) y de las acciones que se pueden llevar a cabo sobre cada uno de esos objetos (mover, cambiar, redimensionar, etc.).

Estructura del modelo conceptual

El modelo conceptual es muy importante, ya que permiten identificar, organizar y realizar razonamientos sobre los componentes y comportamiento de un sistema interactivo, será la guía para el proceso de diseño del software y puede usarse posteriormente como una referencia para evaluar un diseño particular, razonar sobre la solución realizada y el posible espacio de soluciones existente. Por tanto, la correcta especificación del modelo conceptual será crucial en toda la etapa del proceso de diseño. Algunas de estas notaciones del modelo conceptual están basadas en métodos formales (con un fundamento basado en lógica matemática), lo que permitirá una descripción precisa y sin ambigüedad.

Partiendo de las teorías cognitivas presentadas anteriormente, se podría realizar la descripción conceptual del sistema mediante uno de estos modelos:

- **Modelo de caja negra**: El usuario no tiene idea del funcionamiento interno, y simplemente conoce que ciertas entradas producen una serie de resultados. Este es una visión "mágica" del sistema, en la cual el usuario no tiene bases para predecir nuevos comportamientos ni causas que provocan los errores. El usuario se ve forzado a considerar los resultados verdaderos, y no sabe cómo juzgar su validez.

- **Modelo funcional jerárquico**: Las funciones suministradas por el sistema se agrupan en jerarquías, permitiendo reducir la complejidad del sistema mediante la aplicación de técnicas de partición en el dominio del problema (método de *divide y vencerás*).

- **Modelo basado en estados**: El sistema se define como un conjunto de estados. Las transiciones son provocadas por eventos claramente definidos. El usuario puede observar los cambios en el estado del sistema. Un ejemplo es el sistema de comunicación por teléfono (diferentes pitidos para estados del sistema: ocupado, llamada, etc.)

- **Modelo basado en objetos y acciones**: Se trabaja directamente sobre entidades (físicas o abstractas), sobre las cuales podemos realizar acciones. El usuario debe conocer la existencia de objetos, de sus posibles atributos y acciones aplicables. Por ejemplo, los iconos (acciones asociadas y atributos).

Con estas posibles estructuraciones de la información que residen en el modelo conceptual, podríamos optar por centrarnos en la descripción del conocimiento que el usuario debe tener del sistema (siendo irrelevante la arquitectura del sistema) o viceversa (dando más importancia al modelo del sistema respecto al conocimiento del usuario). A menudo, estas son dos alternativas (en algunos casos complementarias) para el diseño de sistemas interactivos. Una descripción basada en el conocimiento del usuario nos llevará a un **modelo de tareas**, mientras que una descripción del sistema nos conducirá a un **modelo arquitectónico**.

Los **modelos de tareas** analizan y describen el conocimiento que el usuario debe poseer acerca del sistema para su correcta utilización. En ese sentido, se ha trabajado en dos vertientes. Por un lado, se debe caracterizar el proceso de adquisición de la información por parte del usuario, y por otro, se busca un mecanismo para expresar el rendimiento humano para la ejecución de unas determinadas actividades. Estos métodos se basan en el análisis de tareas y generalmente usan una descripción funcional jerárquica.

Los **modelos arquitectónicos** representan la estructura interna del sistema. Se describe la composición del sistema en base a una descripción modular que facilita la composición de componentes simples para la definición de elementos mas complejos. Estos modelos se basan en el concepto de *interador*, *objeto activo* o *agente interactivo* como un objeto especializado que va a formar parte del sistema interactivo y que posee un estado y reacciona ante eventos (estímulos externos al Objeto). Normalmente se usa una descripción basada en estados o bien en objetos y acciones (aproximación que se adapta bien a las metodologías orientadas a objetos existentes).

Otra alternativa diferente son los **modelos abstractos** (basados en un modelo de caja negra), los cuales se utilizan para describir las propiedades más relevantes del sistema (consistencia, visibilidad, etc.) en base a las entradas y salidas que se producen en el sistema, y sin tener en cuenta su estructura interna. El modelo PIE propuesto por A. DIX [DIX91] es el más conocido.

Estos tres modelos no tienen por qué ser excluyentes entre sí, ya que básicamente se diferencian los aspectos relevantes del estudio y en el nivel de abstracción con el que se analiza el sistema.

4 Análisis de tareas

Introducción

El análisis de tareas es un término que cubre diferentes técnicas orientadas a describir las interacciones entre las personas y los entornos de una manera sistemática. El análisis de tareas se puede definir como *el estudio de lo que un usuario tiene que realizar en términos de acciones y/o procesos cognitivos para conseguir un objetivo*. Es por tanto una metodología que esta soportada por un conjunto de técnicas para ayudar en el proceso analítico de recogida de información, organizarlo y usarlo para realizar valoraciones o decisiones de diseño.

Conceptos iniciales:

- Una de las premisas de cualquier aproximación con la que abordemos el diseño es la de *conocer el usuario* y las actividades que realiza.
- Esta información se recoge en la fase de **análisis de las tareas** con una notación que permita su formalización y estudio.
- Para ello, consideraremos una tarea como una unidad significativa de trabajo en la actividad de una persona.

El análisis de tareas nos proporciona información muy relevante acerca del sistema a diseñar que a menudo no se recoge con las técnicas de requisitos tradicionales de la ingeniería del software. 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. Estos métodos parten de las teorías cognitivas para realizar una representación del usuario y su interacción con la interfaz. Se modela su comprensión, conocimiento, intenciones y mecanismo de procesamiento. El nivel de representación depende del modelo concreto (desde tareas y objetivos hasta el análisis de la actividades motoras). En concreto, esta información puede ser muy útil para:

- Comprender el dominio de la aplicación: identificación de las actividades más importantes y sus relaciones.
- Facilitar discusiones interdisciplinares: el conocimiento de las tareas puede ser útil al diseñador, usuarios, analistas, psicólogos, sociólogos, etc.
- Diseño de la nueva aplicación de forma consistente con el actual modelo conceptual, preservando las características más relevantes del funcionamiento lógico.
- Análisis y evaluación de usabilidad. Se puede predecir el rendimiento humano e para identificar problemas de uso.

Definiciones básicas:

- **Objetivo**: Es el estado o logro que el usuario quiere alcanzar dentro de una aplicación
- **Tarea**: Es la actividad necesaria para conseguir un objetivo. Pueden ser tanto actividades mentales como físicas.
- **Acción**: Es cada uno de los pasos a seguir para cumplimentar una tarea. Podemos considerar una acción como una tarea que no implica una solución de un problema o una estructura de control.

Proceso de obtención y análisis

En el análisis de tareas deberemos identificar las tareas más relevantes del sistema. La obtención de esta información se puede realizar mediante las siguientes técnicas:

- Entrevistas y reuniones
- Cuestionarios
- Observación del usuario en su trabajo
- Identificación de actividades en el contexto del entorno
- Estudio de la documentación actual, programas de formación, etc.

Mediante esta técnicas, obtendremos información relevante para identificar las tareas. En concreto, nos deberemos centrar en:

- Información que necesita el usuario para realizar la tarea (qué hacer)
- Terminología y símbolos del dominio del problema (elementos).
- Descripción de cómo esas tareas se realizan actualmente (cómo).
- Casos de uso (situaciones)
- Tipos de usuarios

El resultado de este análisis es una lista de tareas relevantes con algún tipo de información adicional (atributos, restricciones, preferencias, etc.). De esta información deberemos abstraer aquellos conceptos que son relevantes para el diseño de la aplicación como son:

- El modelo de diálogo: cómo se va a realizar la comunicación persona–ordenador, bajo qué paradigma y estilo.
- Modelo de tareas: Especificación de las tareas en el sistema nuevo.
- Dominio de sistema: Descripción de los componentes y arquitectura del sistema.
- Modelo de usuarios: Identificación del tipo de usuarios, papel que desempeñan en el sistema y sus interrelaciones.
- Propiedades del sistema. Estudio de las características del sistema y de los requisitos que satisface (seguridad, robustez, etc.).

Métodos de análisis de tareas

Para llevar a cabo el análisis de tareas, podemos utilizar diferentes métodos que se diferencian en el grado de formalismo de su notación, poder de expresividad y finalidad. Si bien todos ellos representan las tareas del sistema, la finalidad del estudio puede ser diferente:

- **Métodos de competencia o cognitivos.** Estos métodos identifican secuencias de comportamiento correctas, representando el tipo de conocimiento que debe poseer un usuario acerca del uso del sistema. Partiendo de la descripción de tareas generan una especificación del conocimiento del usuario.
- **Métodos predictivos** para la evaluación del rendimiento humano. Describen secuencias de comportamiento y el conocimiento que necesita el usuario para su ejecución. Análisis centrado en rutinas de comportamiento.
- **Métodos descriptivos**. Permiten obtener una descripción más o menos completa del sistema a partir de la información obtenida de las tareas.

En la siguiente tabla se detallan algunos de estos métodos con sus características más relevantes.

Método	Tipo	Notación	Especificación	Comentarios
HTA	Cognitivo	Gráfico	Semi–Informal	Modelo de descomposición

				del conocimiento
GOMS	Cognitivo	Textual	Semi–Informal	Familia de lenguajes para describir el conocimiento
UAN	Cognitivo	Gráfico	Semi–Informal	Notación para el estilo de manipulación directa
KLM	Predictivo	Textual	Tiempo	Medición del rendimiento humano
TAG	Predictivo	Textual	Esquemas	Medida de la consistencia
CTT	Descriptivo	Gráfico	Lógica temporal	Herramientas de soporte al análisis y verificación.

Análisis jerárquico de tareas (HTA)

El análisis jerárquico de tareas (*HTA Hierarchical Task Analysis*) desarrollado por ANNETT y DUNCAN [ANN67], es la técnica de análisis de tareas más conocido y más antiguo.

En HTA se realiza una descripción de tareas en términos de *operaciones* y *planes*. Las operaciones (descomposición en subtareas) son actividades que realizan las personas para alcanzar un objetivo, y los planes son una descripción de las condiciones que se tienen que dar cuando se realiza cada una de las actividades. Las operaciones se pueden descomponer de forma jerárquica y se asigna un plan a cada una de las subtareas que aparecen. Se define un objetivo como un estado determinado del sistema que puede quiere alcanzar el usuario. Aunque se habla de objetivos y tareas, la representación que se realiza describe únicamente la descomposición jerárquica en subtareas de las tareas que aparecen en el sistema.

El formato gráfico se parece a un árbol con ramas y subramas en función de las necesidades [SHE89]. A la hora describir la descomposición de una tareas en subtareas podemos representar cuatro tipos de descomposiciones:

- **Secuencia**. Descomposición en un conjunto ordenado temporalmente de una secuencia de tareas.
- **Selección**. Conjunto de tareas de las que se tendrá que elegir una de ellas.
- **Iteración**. Repetición de un subconjunto de tareas.
- **Tarea unitaria**. Actividad indivisible (según el nivel de detalle dado)

El análisis de tarea implica tres etapas enlazadas: recogida de información, diagramación y análisis. Los procedimientos de recogida de información incluyen la revisión de la documentación existente (por ejemplo, manuales de funcionamiento, procedimientos, informes de seguridad, estudios de análisis de tareas previos, diseños, imágenes, prototipos, etc.), que permitan establecer qué hacen las personas en circunstancias especificas (normales y anormales), entrevistas y cuestionarios (descripciones por parte de personas experimentadas como hacen las cosas, que informaciones necesitan y como determinan si la tarea se puede realizar satisfactoriamente).

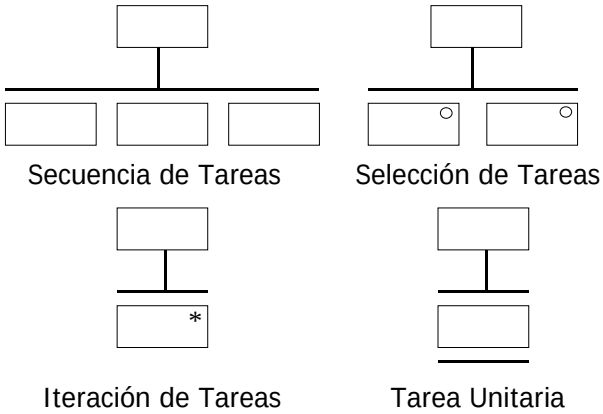


Figura 5 Notación de HTA

Algunas tareas se pueden desglosar con mayor detalle en secuencias. Un plan describe el conjunto de operaciones necesarias para llevar a cabo una actividad, o bien, muestra las circunstancias por las que una operación es realizada antes que otra. Estos planes se añaden a la tabla jerárquica.

La descripción de la información se realiza en forma de tabla o en forma de diagrama de árbol que describa las relaciones entre tareas y subtareas.

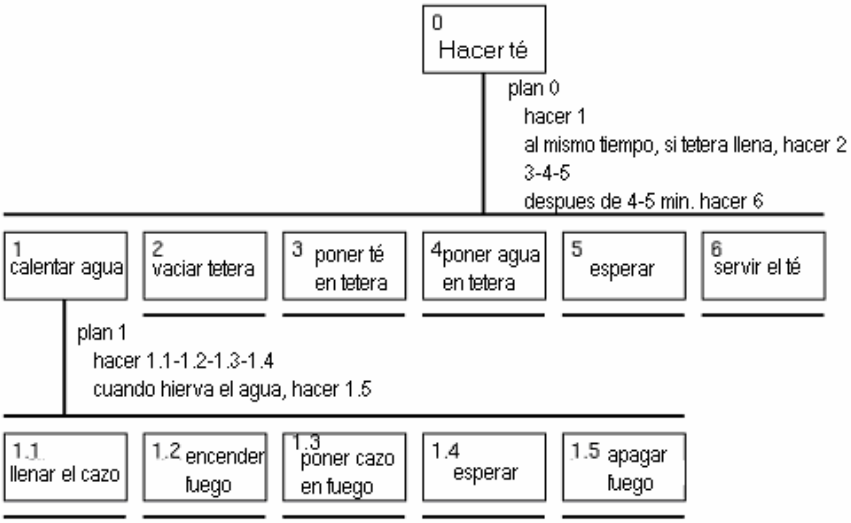


Figura 6 Descripción en HTA de la preparación del té

0. Hacer té

1. Calentar el agua

1.1 Llenar cazo

1.2 Encender fuego

1.3 Poner cazo en fuego

1.4 Esperar

1.5 Apagar fuego

2. Vaciar tetera

3. Poner hojas de té en tetera

4. Verter el agua

5. Esperar

6. Servir el té

Plan 0: hacer 1.

si tetera está llena,

entonces hacer 2 al mismo tiempo

hacer 3-4-5

Cuando el té ha reposado, hacer 6

Plan 1: hacer 1.1-1.2-1.3-1.4

Cuando el agua está hirviendo, hacer 1.5

El análisis de la información es la fase final. Usaremos esta información como base para decisiones de diseño y puede servir como guía para las actividades de diseño. La metodología para utilizar HTA como análisis de tareas sería la siguiente:

- Etapa inicial. Definición de las tarea principal, que puede ser dividida entre cuatro y ocho subtareas.
- Etapa intermedia. Decidir el nivel de detalle que se requiere y en que punto acabar la descomposición
- Parte final. Revisión y evaluación del trabajo realizado para comprobar su consistencia

GOMS

GOMS (propuesto por CARD/MORAN [CAR83]) comprende a una familia de lenguajes (que incluye a NGOMSL, KLM) que se basan en la visión del usuario como un sistema procesador de información (modelo de procesador humano) [EBE94]. El modelo GOMS se basa en el mecanismo de razonamiento humano para la resolución de problemas y realiza la formalización de aquellas actividades (físicas y mentales) que intervienen en esa labor. Para cada tarea se describe el objetivo a satisfacer (*Goal*), el conjunto de operaciones (*Operations*) que el sistema pone a disposición del usuario para la interacción, los métodos disponibles para llevar a cabo esas operaciones (*Methods*) y por último, un conjunto de reglas de selección (*Selection*) para determinar la alternativa más conveniente en cada caso (descritas mediante estructuras de control if–then). Cada tarea se podría descomponer en otras tareas primitivas formando un árbol jerárquico.

Los objetivos son las metas que se propone el usuario (lo que desea obtener). Los objetivos pueden servir como un punto de referencia en caso de un error. Un objetivo contiene información de la intención del usuario. Para ello, debe realizar una serie de operaciones básicas. Las operaciones son unidades elementales de percepción, motoras o actos cognitivos cuya ejecución es necesaria para cambiar algún aspecto del modelo mental del usuario, o bien, para modificar el entorno. Este tipo de acciones puede afectar al sistema (pulsar una tecla) o bien, sólo al estado mental del usuario (leer el cuadro de diálogo). Existe un grado de flexibilidad acerca de la granularidad de las operaciones (amplitud de cada operación). Para llevar a cabo estas operaciones, existen varias posibilidades de descomposición de una tarea en subtareas. Por ejemplo, en un gestor de ventanas, se puede cerrar la ventana mediante ratón en un menú o teclado (atajo). Cada una de estas posibilidades será un método.

GOAL: CERRAR-VENTANA
[select GOAL: USAR-METODO-RATON
MOVER-RATON-A-MENU-VENTANA
ABRIR- MENU
CLICK-SOBRE-OPCION-CERRAR
GOAL: USAR-METODO-TECLADO
PULSAR-TECLAS-ALT-F4]

Cuando hay más de una alternativa, podemos indicar una serie de condiciones y reglas para tomar la mejor alternativa (método):

METHODS: IF (USUARIO-EXPERTO)USAR-METODO-TECLADO
ELSE USAR-METODO-RATON]

Podemos descomponer los objetivos en subobjetivos.

GOAL: EDITAR-DOCUMENTO
GOAL: ABRIR-DOCUMENTO

La descomposición de tareas nos suministra una comprensión de estrategias para resolver problemas del dominio de la aplicación. El objetivo del análisis jerárquico de tareas es la de producir una descomposición de tareas, de modo que se pueda seguir paso a paso el método de resolución.

GOMS puede servir también para medir rendimientos. La profundidad de subtareas se puede usar para estimar los requerimientos de la memoria de corto plazo (MCP) (*ver capítulo 'El factor humano'*) e incluso para estimar tiempo de respuesta (asumiendo tiempos constantes para cada operación).

En este ejemplo tenemos una descripción de la tarea de mover una pieza en una partida de ajedrez.

```
GOAL: MOVER-PIEZA
.  GOAL: DETERMINAR-TURNO
.   .  [select GOAL: CONOCER-ULTIMO-MOVIMIENTO
.   .          .     MOVER-A-LA-HISTORIA-DE-MOVIMIENTOS
.   .          .     DETERMINAR-ULTIMO-MOVIMIENTO
.   .          .     COMPROBAR-SI-NO-ERES-TU
.   .          GOAL: CONOCER-MOVIMIENTO-SIGUIENTE
.   .          .     MOVERSE-AL-TABLERO
.   .          .     IDENTIFICAR-POSICION-DEL-RELOJ
.   .          .     COMPROBAR-SI-RELOJ-ESTA-EN-TU-POSICION]
.  GOAL: ELEGIR-MEJOR-ESTRATEGIA
.  GOAL: REALIZAR-MOVIMIENTO
.   .   GOAL: SELECCIONAR-PIEZA-ADECUADA
.   .    .   [select GOAL: IDENTIFICAR-PIEZA
.   .    .           .     SELECCIONAR-TECLADO
.   .    .           .     ESCRIBIR-IDENTIFICACION-PIEZA
.   .    .           .     CONFIRMAR
.   .    .           GOAL: COGER-PIEZA
.   .    .           .     MOVER-CURSOR-A-PIEZA
.   .    .           .     PULSAR-BOTON-RATON]
.   .  GOAL: ELEGIR-DESTINO
.   .    .   [select GOAL: IDENTIFICAR-DESTINO
.   .    .           .     MOVER-CURSO-ARRASTRANDO-PIEZA
.   .    .           .     ESCRIBIR-IDENTIFICACION-POSICION
.   .    .           .     CONFIRMAR
.   .    .           GOAL: SOLTAR-PIEZA
.   .    .           .     MOVER-CURSOR-ARRASTRANDO-PIEZA
.   .    .           .     SOLTAR-BOTON-RATON]
.  GOAL: CONFIRMAR-MOVIMIENTO
.   .    .   [select GOAL: TECLA-CONFIRMACION
.   .    .           .     PULSAR-ENTER
.   .    .           GOAL: PARAR-RELOJ
.   .    .           .     MOVER-CURSOR-RELOJ
.   .    .           .     PULSAR-BOTON-RATON]
Selection Rule for GOAL: DETERMINAR-TURNO
   Si es una visualización gráfica, usar el método CONOCER-MOVIMIENTO-SIGUIENTE
      en otro caso usar el CONOCER-ULTIMO-MOVIMIENTO
Selection Rule for GOAL: SELECCIONAR-PIEZA-APROPIADA
    Si no tienes ratón usar el método IDENTIFICAR-PIEZA,
       en otro caso usar el método COGER-PIEZA
Selection Rule for GOAL: ELGIR-DESTINO
   Si no tienes ratón usar el método IDENTIFICAR-DESTINO,
      en otro caso usar SOLTAR-PIEZA
Selection Rule for GOAL: CONFIRMAR-MOVIMIENTO
   Si estas usando el teclado usar el método TECLA-CONFIRMACION,
      en otro caso usar el método PARAR-RELOJ
```

El modelo GOMS fue uno de los primeros métodos utilizados para el diseño de interfaces de usuario, teniendo gran repercusión en investigaciones posteriores. Permite describir cómo un experto realiza tareas y las descompone en subtareas. Sin embargo, una de sus puntos débiles es que sólo considera comportamientos sin errores y tareas secuenciales.

KLM

Uno de los modelo GOMS más simple es el KLM (*KeyStroke Level Mode*), que simplifica el conjunto de operaciones disponibles a la pulsación de teclas y movimiento de ratón. Esta simplificación permite obtener predicciones del tiempo que una persona empleará para la realización de una tarea.

Estas mediciones parten de unos valores experimentales que determinan mediciones concretas para la realización de actividades elementales. A partir de estos resultados experimentales, se puede deducir que por término medio:

- El tiempo de planificación de una tarea se puede estimar que dura 2-3 seg. si ya está definida, y de 5 a 30 seg. si hay que pensarla.
- El tiempo de respuesta del usuario para una acción varía notablemente según el tipo de dispositivo y de la destreza del usuario. Podríamos crear una tabla donde aparecen las operaciones más usuales sobre los

dispositivos (pulsar tecla, mover ratón, etc.) y su tiempo en función de las habilidades del usuario.

Operador	Descripción	Segundos
K	Pulsación de teclado: Buen mecanógrafo (135 ppm) Habilidoso (90ppm) Normal (40ppm) Malo	 0.08 0.12 0.28 1.20
P	Apuntar con el ratón	1.10
H	Ubicar las manos en teclado	0.40
$D(N_D,I_D)$	Dibujar un trazo (N: nº segmentos, I: longitud)	$0.9N_D+.016I_D$
M	Preparación mental	1.35

Por ejemplo, podemos comparar el tiempo de respuesta entre el diseño de dos menús con mucha profundidad o con mucha ramificación. En un menú basado en ordenes numeradas (16 opciones). Partiendo de las siguientes hipótesis:

- Opciones con igual probabilidad
- Usuario experto mecanógrafo

Podríamos concluir con la siguiente medición. Una selección de un menú por su posición (1-16) necesitaría de los siguientes operadores:

- Operador M para buscar y visualizar el menú
- Uno o dos operadores K para introducir el número de ítem + 1K (pulsación de tecla ENTER)

M + K (1er dígito) + 0.44K (2º dígito) + K (Enter)*

1.35 + 0.20 + 0.44(0.20) + 0.20 = 1.84 seg.

** Usado para las opciones de la 10-16. Probabilidad 7/16 = 0.44*

Se puede comparar con la utilización del ratón para la elección del menú. Para ello bastarán los siguientes operadores:

M + P + K (click ratón)

1,35 + 1.10 + 0.20 = 2.65 seg.

Como vemos, KLM para este caso podría predecir que la selección por teclado sería más rápida (efectiva) que la selección por menú.

Se puede utilizar para analizar igualmente el balanceo de los menús (profundidad), selecciones de elementos por identificador o apuntando, etc. Otra utilidad que posee este método es la de hacer explícito el *conocimiento* implícito que debe poseer el usuario acerca del sistema.

TAG

Este es otro tipo de formalismo para representar el conocimiento del usuario. TAG (Task Action Grammar) describe el conocimiento del usuario para realizar una determinada tarea en base a una gramática con características [HAR90]. El conocimiento que posee el usuario del tipo *"como puedo hacer..."* se puede expresar mediante un esquema que engloba a un conjunto de reglas individuales. Un esquema estará formado por una estructura sintáctica definida a partir de un conjunto de características. Las características (*features*) son atributos que definen la semántica de la tarea. La tareas que tenga estructuras sintácticas diferentes tendrá un esquema diferente. A partir de esta aproximación, se podrá medir la complejidad del interfaz mediante la identificación de características en la acción de tareas y de su agrupamiento en esquemas. El número de esquemas puede dar una orientación de la consistencia del lenguaje de la interfaz; a menos esquemas, el usuario puede inferir el comportamiento esperado del sistema a partir de un conocimiento parcial. Se parte del hecho que la simplificación del esquema es

comprensible por el usuario. De este modo, la consistencia ayuda al aprendizaje, ya que podemos inferir nuevas tareas a partir de las conocidas.

Para abordar la especificación de un interfaz mediante TAG se deben seguir los siguientes pasos:

- Identificar tareas simples que el usuario puede realizar sin resolución de problemas (sin incluir estructuras de control)
- Describir las tareas simples en un diccionario (como conjuntos de componentes semánticos), reflejando la categorización de las tareas.
- Definición de reglas de reescritura que trasladan tareas simples en una especificación de acciones, donde los tokens son etiquetados con características semánticas procedentes del diccionario de tareas simples. Las etiquetas permiten la generalización.

Por ejemplo, podemos utilizar TAG para estudiar la consistencia del conjunto de órdenes de un Sistema Operativo (copy, rename, delete). Para ello, partimos de las descripción gramatical de estas tareas, y analizaremos cómo se pueden agrupar en esquemas:

Tareas simples

Copiar fichero *nombre_fichero nombre_fichero*
Copiar disco *nombre_disco nombre_disco*
Renombrar fichero *nombre_fichero nombre_fichero*
Borrar fichero *nombre_fichero*

Primeramente, deberemos identificar las características que aparecen en estas tareas y sus posibles valores. En este caso, las características corresponden con el tipo de atributo y sus posibles valores. También deberemos tener en cuenta cuando el objeto fuente y destino es el mismo, ya que en tal caso, se produce un cambio en el objeto (y es una característica a tener en cuenta):

```
Objeto_antiguo  [fichero disco, vacio]
Objeto_nuevo    [fichero, disco, vacio]
Produce_cambio  [si, no]
```

Una vez obtenidas las características y sus valores, se deberán reescribir las tareas simples mediante estas características, de modo que definan unívocamente su significado:

```
Copiar fichero [Obj_antiguo=fichero, Obj_nuevo=fichero, cambio= no]
Copiar disco [Obj_antiguo=disco, Obj_nuevo=disco, cambio= no]
Renombrar fich [Obj_antiguo=fichero, Obj_nuevo=fichero, cambio= si]
Borrar fichero [Obj_antiguo=fichero, Obj_nuevo=vacio, cambio= no]
```

A partir de estas tareas podríamos obtener un único esquema a partir de tres características que lo definen.

```
Task [obj_ant, obj_nuevo, cambio] :=
  Orden[obj_ant, obj_nuevo, cambio]+param1[Obj_ant]+param2[obj_nuevo]
```

Cada orden vendría dada por un nombre (de la tarea a realizar) y dos parámetros. Los valores para estos argumentos vendrían dados unívocamente por el valor de las características:

```
tarea[obj_ant=fichero, obj_nuevo=fichero, cambio=si] := "ren"
tarea[obj_ant=fichero, obj_nuevo=fichero, cambio=no] := "copy"
tarea[obj_ant=disco, obj_nuevo=disco, cambio=no] := "diskcopy"
tarea[obj_ant=fichero, obj_nuevo=vacio, cambio=no] := "delete"
param1[obj_ant=vacio] := NULL
param1[obj_ant =fichero] := drive-id + "nombre_fichero"
param1[obj_ant=disco] := drive-id
param2[obj_nuevo=vacio] := NULL
param2[obj_nuevo =fichero] := drive-id + "nombre_fichero"
```

```
param2[obj_nuevo=disco] := drive-id
drive-id := NULL | "A:" | " "B:" | "C:" | ...
```

TAG no realiza predicciones absolutas de rendimiento. Mas bien, se puede utilizar para generar hipótesis que deben ser probadas experimentalmente.

TAG se ha utilizado para medir la consistencia de lenguajes de órdenes (UNIX, MSDOS), aunque también se puede generalizar para acciones de manipulación directa, ubicación de órdenes en menús, etc.

Consistente	Inconsistente
copy src_file target_file	**copy** src_file target_file
rename src_file target_file	**rename** target_file **in** src_file
delete src_file	**make** src_file **deleted**

La evaluación de la consistencia del lenguaje del interfaz de usuario puede ser muy sencillo de estimar con TAG. Así por ejemplo, podríamos detectar rápidamente inconsistencias en el lenguaje de órdenes como en este ejemplo, donde las órdenes no poseen la misma estructura. El esquema tiende a ser menos consistente conforme aumenten los esquemas. Como consecuencia, el número total de reglas no es importante, sólo el numero de esquemas.

> *La consistencia está muy relacionada con la facilidad de aprendizaje. Podríamos estimar que existe una relación directa entre el tiempo de aprendizaje necesario y el número de esquemas que aparecen del lenguaje.*

UAN

Las técnicas basadas en *gramáticas* no resultan adecuadas para la descripción de la interacción en interfaces gráficas de usuario basadas en el paradigma de **manipulación directa** ya que no permiten describir la realimentación visual (*feedback*) del sistema. A esto se une la dificultad de especificar tareas basadas en el arrastre de iconos ya que su semántica depende del lugar donde se suelte. En este sentido, **UAN** (*User Action Notation*) es una notación centrada en el usuario para descripción de tareas. Su principal característica es la descripción física de las acciones a realizar en el proceso de interacción [HAR95].

Una especificación en UAN se realiza mediante una tabla dividida en 3 columnas describiendo las acciones de usuario, la realimentación de la interfaz y el estado del sistema tras la acción. Las acciones de usuario y la realimentación poseen una notación donde explícitamente se designa la manipulación que se realiza sobre los objetos de la interfaz. Así por ejemplo, las acciones **Mv** y **M^** denotan el efecto de pulsar y soltar el botón del ratón, **~[fichero]** representa el movimiento del ratón en el contexto del objeto *fichero* mientras que **fichero > ~** significa que el objeto *fichero* se está arrastrando. Del mismo modo podemos especificar la respuesta del sistema (*feedback*) para cada acción tales como la una selección en vídeo inverso de un icono (**fichero!**), vídeo normal (**fichero-!**), o un parpadeo (**fichero!!**). La siguiente descripción especifica la tarea de borrar un fichero mediante técnicas de arrastre.

	UAN	Realimentación	Estado
1)	~[fich] Mv	fich!, forall(fich!): fich-!	Selección = fich
2)	~[x,y]*	outline(fich) > ~	
3)	~[papelera]	outline(fich) > ~, palelera!	
4)	M^	Borrar(fich), papelera!!	Selección = null

Esta especificación nos permite especificar la tarea de arrastrar un fichero a la papelera mediante el proceso que se muestra gráficamente en la Figura 7.

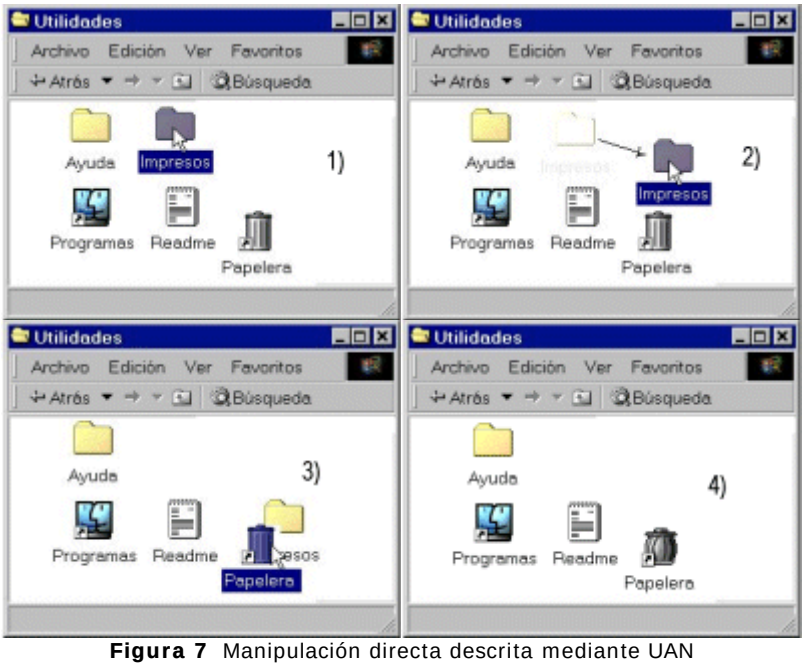


Figura 7 Manipulación directa descrita mediante UAN

ConcurTaskTrees (CTT)

CTT es una notación desarrollada por FABIO PATERNÒ [PAT00] cuyo principal finalidad es la de poder representar las relaciones temporales existentes entre las actividades y usuarios que son necesarios para llevar a cabo en las tareas. En concreto, esta notación es especialmente útil para aplicaciones CSCW (*ver capítulo 'Trabajo cooperativo con ordenador'*).

Una de las principales ventajas de esta notación es su facilidad de uso, lo que hace que sea aplicable a proyectos reales con aplicaciones de un tamaño medio–largo y que con llevan especificaciones de cierta complejidad. La notación genera una representación gráfica en forma de árbol de la descomposición jerárquica de las tareas existentes en el sistema. Se permite la utilización de un conjunto de operadores, sacados de la notación de LOTOS, para describir las relaciones temporales entre tareas (secuencialidad, concurrencia, recursión, iteración...)

Podemos reutilizar partes de especificación para la creación de "árboles de tareas concurrentes" e identificarlo como un patrón de tarea. Podemos identificar 4 categorías de tareas en función del actor que la llevará a cabo.

	Tareas del usuario. Tareas realizadas completamente por el usuario, son tareas cognitivas o físicas que no interactúan con el sistema. Describen procesos realizados por el usuario usando la información que recibe del entorno (por ejemplo seleccionar dentro de un conjunto de información la que se necesita en un instante determinado para la realización de otra tarea).
	Tareas de la aplicación. Tareas realizadas por la aplicación y activadas realizadas por la propia aplicación. Pueden obtener información interna del sistema o producir información hacia el usuario. Como ejemplo podemos ver una tarea que presente los resultados obtenidos de una consulta a una base de datos.
	Tareas de interacción. Son tareas que realiza el usuario interactuando con la aplicación por medio de alguna técnica de interacción. Un ejemplo puede ser seleccionar un elemento de una lista desplegable.
	Tareas Abstractas . Tareas que requieren acciones complejas y que por ello no es fácil decidir donde se van a realizar exactamente. Son tareas que van a ser descompuestas en un conjunto de nuevas subtareas.

Para la descripción se utilizan además una serie de operadores temporales que facilitan la descripción de las relaciones temporales existentes entre tareas. Estos operadores se han obtenido como una extensión de los operadores existentes en LOTOS [EIJ89]. El uso de estos operadores facilita la descripción de comportamientos complejos. Los operadores temporales que podemos usar son:

T1 ||| T2. Entrelazado (Concurrencia independiente). Las acciones de las dos tareas pueden realizarse en cualquier orden.

T1 |[]| T2. Sincronización (Concurrencia con intercambio de Información). Las dos tareas tiene que sincronizarse en alguna de sus acciones para intercambiar información.

T1 >> T2. Activar (enabling). Cuando termina la T1 se activa la T2. Las dos tareas se realizan deforma secuencial.

T1 []>> T2. Activar con paso de información. Cuando termina T1 genera algún valor que se pasa a T2 antes de ser activada.

T1 [] T2. Elección. Selección alternativa entre dos tareas. Una vez que se esta realizando una de ellas la otra no esta disponible al menos hasta que termine la que esta activa.

T1 [> T2. Desactivación. Cuando se da la primera acción de T2, la tarea T1 se desactiva.

T1 [][> T2. Desactivación con paso de información. Igual que la anterior pero pasando información de una tarea a la otra.

T1*. Iteración. La tarea T1 se realiza de forma repetitiva. Se estará realizando hasta que otra tarea la desactive.

T1(n). Iteración finita. La tarea T1 puede darse n veces. Se utiliza cuando el diseñador conoce cuantas veces tiene que realizarse la tarea.

[T1]. Tarea opcional. No es obligatorio que se realice la tarea. Cuando describimos las subtareas existente en la tarea de rellenar un formulario algunas de las subtareas pueden ser opcionales (las de los campos que sean opcionales).

A la descripción jerárquica de las tareas se le añade la descripción de los objetos que son manipulados por las distintas tareas. Estos objetos pueden clasificarse en dos grupos:

- **Objetos perceptibles**. Son objetos gráficos que sirven para presentar información al usuario (ventanas, tablas, gráficos...) o elementos sobre los que el usuario puede interactuar (menús, iconos...).
- **Objetos de aplicación.** Elementos que pertenecen al dominio de la aplicación. La información que almacenan estos objetos tiene que ser mapeada a alguno de los otros para poder ser percibida por el usuario.

Cada objeto puede ser manipulado por mas de una tarea. Como ejemplo de especificación utilizando los ConcurTaskTrees podemos ver una parte de una aplicación para acceder a información sobre un museo. En la Figura 8 se muestra el modo de introducir la información por parte del usuario sobre el tipo de artista que está buscando y el sistema le presenta la información asociada a el.

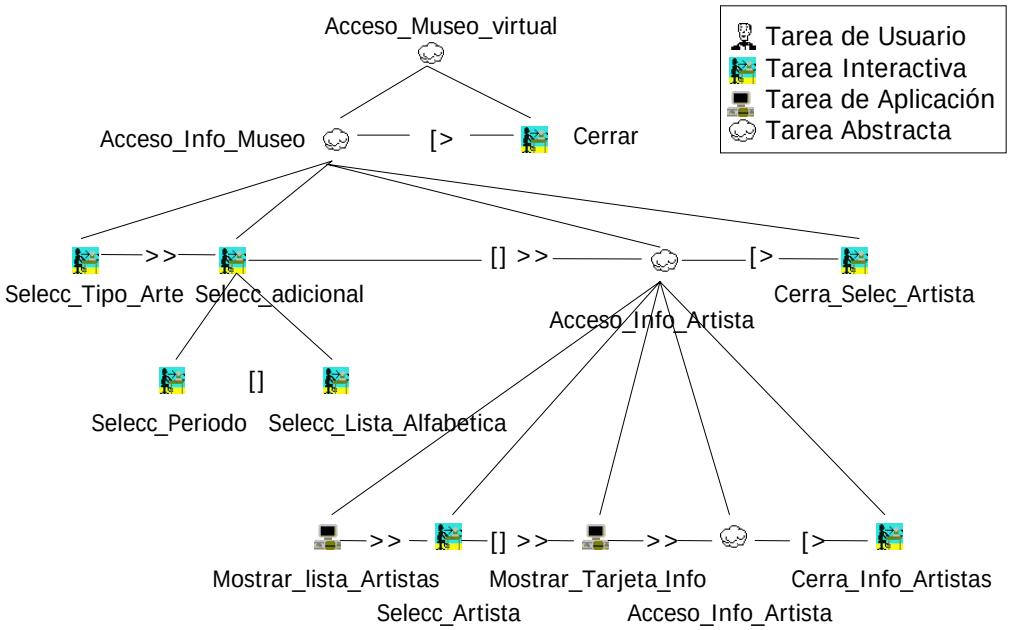


Figura 8 Tarea de acceso a un museo mediante CTT

Se comienza con la tarea "*Acceso_Museo_Virtual*" que puede ser interrumpida en cualquier momento ([>) por la tarea "*Cerrar*". En un siguiente nivel podemos ver la tarea de interacción "*Selecc_Tipo_Arte*" con la que se describe la selección del tipo de arte sobre el que se requiere información, seguido (>>) por la selección del periodo histórico en el que esta encuadrada la obra del artista. La siguiente tarea a realizar es el acceso a la información del artista para ello se ha obtenido información de las tareas anteriores ([]>> operador activación con paso de información). Algunas de estas tareas se van a descomponer en nuevas tareas de manera jerárquica. Así la tarea "*Selecc_adicional*" permite seleccionar un artista mediante una lista alfabética o mediante una lista ordenada por periodos históricos.

La descripción de tareas cooperativas consiste en tareas que requieren de la participación de más de un usuario para poder llevarla a cabo. Esta descripción se puede realizar creando un árbol donde aparecerán las tareas cooperativas, que se denotarán con un identificador especial. Por ejemplo, una solicitud de información se podría modelar del siguiente modo:

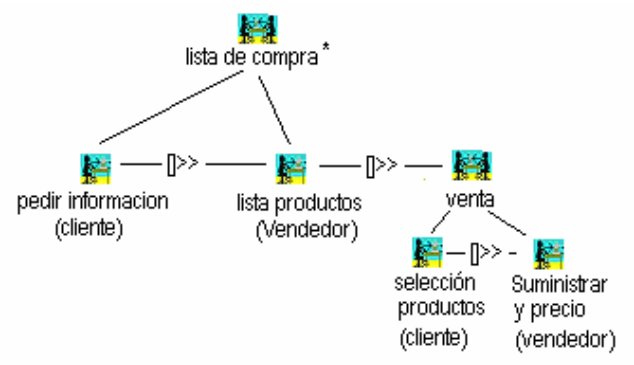


Figura 9 Tarea cooperativa con CTT

5 Modelos arquitectónicos

Los modelos arquitectónicos son una alternativa (en algunos casos complementaria) para la representación de sistemas interactivos. En este caso, se pretende obtener un modelo del sistema a desarrollar, centrándose en los aspectos computacionales básicos en los que debe estar basado.

Los primeros modelos que se proponen en este sentido son para describir el sistema interactivo en su conjunto recogiendo sus características esenciales. Si bien

los primeros modelos como Seeheim o ARCH se centraban en aspectos funcionales, las últimas propuestas definen una arquitectura modular basada en componentes como MVC o PAC. También podemos encontrar propuestas encaminadas hacia un diseño basado en modelos concretos del sistema con herramientas para su obtención automática como puede ser MOBI–D, HUMANOID, etc. (*ver capítulo 'Herramientas'*).

Los aspectos más relevantes de estas propuestas se centran en la modelización de los componentes interactivos (estructura) y mecanismo de interacción (diálogo).

Modelos de componentes interactivos

Los modelos basados en componentes realizan la descripción del sistema como una colección de interadores, elementos básicos que encapsulan interacciones elementales con las que se pueden construir interacciones más complejas.Estos modelos definen las características de los objetos con los que interactúa el usuario (como listas, deslizadores, ventanas, etc.). El modelo conceptual debe reflejar los aspectos relevantes del cualquier componente interactivo (apariencia, eventos, comunicación, etc.). Normalmente esta arquitectura es modular por lo que permite la composición de componentes para crear sistemas más complejos.

Uno de los modelos que más se ha utilizado para la especificación de sistemas interactivos es el denominado **interador** (de York) [DUK95]. Un interador (*interactor*) consiste *en un estado y un conjunto de acciones que puede percibir e invocar el entorno a través de una interfaz bien definido*. Esta definición recoge los elementos esenciales de cualquier elemento interactivo (su estado actual, visualización y eventos para su manipulación. Una parte importante de esta interfaz es la representación gráfica del componente (presentación), que es perceptible por el usuario del sistema. Bajo este modelo, podemos describir elementos interadores abstractos, que posteriormente se plasmará en los lenguajes de especificación.

El concepto de interador ha sido utilizado ampliamente para construir metodologías de diseño de sistema interactivos. La mayor diferencia entre ellas es el lenguaje de especificación utilizado, Z, Lotos, álgebra de procesos, etc.

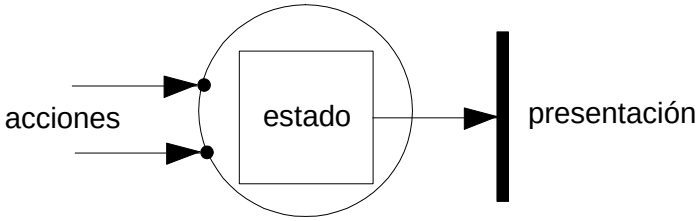


Figura 10 Modelo de interador de York

Podemos realizar una descripción más detallada de un ***interador*** utilizando para ello conceptos que aparecen en los sistemas concurrentes. Así, un interador *es un modelo abstracto basado en procesos, canales de comunicación y señales de control que definen un componente interactivo con capacidad de representación gráfica y modificación dinámica*. Su estructura favorece la interconexión de interadores para realizar modelos de interacción complejos.

En el siguiente esquema se detallan los procesos que definen su funcionalidad, así como las comunicaciones entre los mismos. La idea que se recoge bajo el paradigma del interador es la de representar un componente activo que posee una apariencia gráfica y una medida que representa el valor actual del interador (o estado). Este valor puede modificar la apariencia del interador, así como externamente podemos variar la forma de obtención de la medida. Podemos sincronizar los distintos procesos mediante señales de control.

Un interador se puede describir mediante cuatro procesos. *Collection* proporciona una descripción de alto nivel de la apariencia gráfica del objeto. *Feedback* se encarga de producir la apariencia externa del objeto. *Measure* obtiene un dato de un nivel inferior, y *Control*, se encarga de generar una nueva medida para el nivel

superior. Las entradas y salidas del interador se definen por medio de canales de comunicación: *im*, *oc*, *od* y *eo*. La sincronización se realiza mediante dos señales de control: *it* y *ot*.

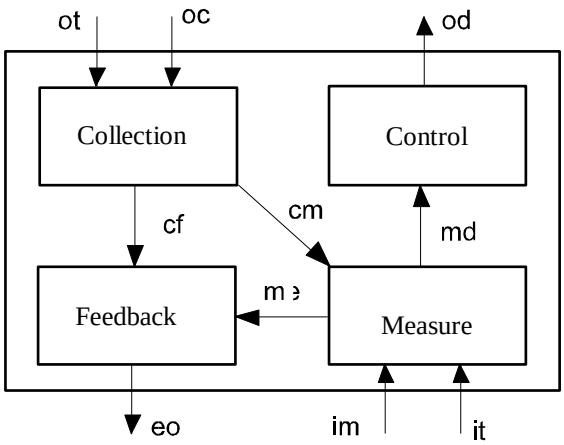


Figura 11 Esquema de un interador

Podemos trasladar el concepto de interador a diferentes lenguajes de especificación. La definición formal de un interador mediante LOTOS [EIJ89, FAC92] es la siguiente:

```
Specification Interactor [ot, oc, od, eo, im, it] : noexit
  Behaviour
  Hide me, oc, cf, md, in
    ((COLLECTION [ot, oc, cf, cm] | [cf]) |
     (FEEDBACK [cf, me, eo]) | [cm, me]) |
     (MEASURE [im, it, cm, me, md] | [md]) |
     (CONTROL [od ,md]))
  Where
  Process COLLECTION [ot,oc,cf,cm] : noexit :=
    oc; COLLECTION [ot, oc, cf, cm]
    [] oc; cm; cf; COLLECTION [ot, oc, cf, cm]
  endproc
  Process FEEDBACK [cf, me, eo] : noexit :=
    cf; me; eo; FEEDBACK [cf, me, eo]
    [] me; eo; FEEDBACK [cf, me, eo]
  endproc
  Process MEASURE [im, it, cm, me, md] : noexit :=
    cm; me; MEASURE [im, it, cm, me, md]
    [] im; me; MEASURE [im, it, cm, me, md]
    [] it; md; MEASURE [im, it, cm, me, md]
  endproc
  Process CONTROL [od, md] : noexit :=
    md; od; CONTROL [od, md]
  endproc
endspec
```

En la especificación se describen las distintas sincronizaciones que se deben garantizar sobre los procesos que conforman la estructura del interador. Así, por ejemplo, el proceso *feedback* se encarga de producir su apariencia gráfica producto de una modificación de la medida (me) o bien de un cambio de apariencia (cf). Podemos asociar a cada canal de comunicación información acerca del tipo de dato que transporta. Por ejemplo el canal de comunicación *eo* definirá sus datos de tipo gráfico: *eo?p : Picture*, especificado en ACT ONE. Una de las ventajas que tiene LOTOS (y en general todos los métodos basados en álgebra de procesos) es que explicitan todas las sincronizaciones que aparecen en un sistema interactivo.

Se han desarrollado metodologías para diseñar sistemas interactivos utilizando los interadores en las que se describen las posibles formas de interconectarlos para describir interacciones complejas.

En la siguiente imagen podemos ver como se interconectarían tres interadores para describir parte de un sistema en el que se van a utilizan iconos para representar objetos como ficheros, directorios y unidades de disco. El usuario puede manipular los iconos por medio del ratón y puede modificar el estado de los iconos usando también entradas de un menú.

Se pueden utilizar otros formalismos para la descripción de interadores como por ejemplo la lógica temporal. En [DUK95] se realiza una combinación de un modelo de interador con lógica. Los axiomas se especifican en lógica modal de acciones (MAL), de forma que, junto a los predicados basados en lógica de primer orden, se extiende con un conjunto de operadores modales, que controlan las acciones que se pueden provocar en el sistema. MAL incluye el concepto de agentes (humanos y ordenador) y las responsabilidades mutuas entre ellos. Los operadores usuales son el permiso (per) y la obligación (obl) bajo un paradigma deontológico.

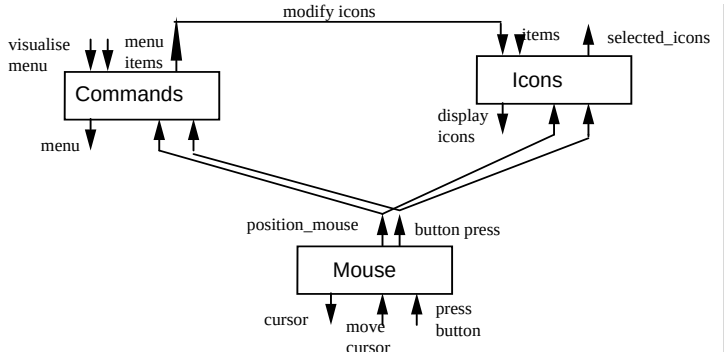


Figura 12 Red de interadores para controlar iconos

En la Figura 13 se observa cómo se pueden especificar mediante lógica modal el modelo de interador. El concepto de estado se recoge en la colección de atributos, mientras que la interacción se refleja en la sección de acciones disponibles en el entorno para su manipulación. Cada acción o componente del estado posee calificadores, indicando si posee apariencia gráfica (vis: visual), o limitación en cuanto a su utilización por el usuario (any: cualquier modalidad).

```
interactor button
attributes
  vis
    selected : B  // botón seleccionado o no
  vis
   enabled : B  // botón habilitado o no
actions
  any
    select
  any
    toggle
  axioms
    [1] enable ϖ selected = B ⇒ [select] selected = 5B
    [2] enabled = B ⇒ [toggle] enabled = 5B
    [3] per(select) ⇒  enabled
```

Figura 13 Especificación de un botón

Podemos encontrarnos axiomas con predicados de la forma "P ⇒ [A] Q" , de modo que si se satisface P, cuando se realice la acción A, Q será cierto. Otro operador, **per**(A) denota permiso para que la acción A pueda ocurrir, mientras que **obl**(A) indica que esa acción obligatoriamente debe ocurrir.

Modelos del diálogo

En el diseño de sistemas interactivos, existen muchos aspectos a considerar, el contexto organizacional, los tipos de usuarios, los dispositivos de comunicación, los estilos de interacción, la influencia de la aplicación subyacente, etc. Sin embargo, un aspecto fundamental en estos sistemas es la estructura del diálogo, la descripción de la comunicación de cada participante. Uno de los componentes cruciales en los sistemas interactivos es la descripción del diálogo. Su complejidad y naturaleza dinámica hace aconsejable la utilización de un modelo que permita su correcta especificación.

Gramáticas

Las gramáticas nos permiten describir secuencias, elección e iteracción como elementos básicos del proceso del diálogo. Se puede utilizar herramientas tales como lex&yacc para obtener un prototipo de la comunicación. Las gramáticas describen el diálogo como reglas de producción. BNF enfatiza la relación entre sintaxis y las acciones necesarias para realizar una orden. Una gramática basada en producciones describe un lenguaje como un conjunto de reglas que especifican los literales correctos en el lenguaje. La gramática consiste en:

- **Símbolos terminales** (palabras reservadas del lenguaje). Representan acciones que el usuario tienen que aprender y recordar.
- **Símbolos no terminales**. Representan conjuntos de acciones agrupadas para realizar una actividad/tarea.
- **Metasímbolos**. ::= (definición), | alternancia, () agrupacion, [ ] opcional

Este método es muy adecuado para estilos de diálogo basados en órdenes. Una extensión de este modelo (las gramáticas multi–party) permite identificar al participante que actúa en la interacción (U: usuario, C: computadora):

<Sesión> ::= <U: Open> <C:Respuesta>

<U:Open> ::= LOGIN <U: Name>

<C: Respuesta> ::= HELLO [<U: Name>]

Sin embargo, uno de los mayores inconvenientes que posee es que no permite representar conceptos sensibles al contexto, junto a su dificultad para su comprensión con especificaciones largas.

Diagramas de transición de estados (STN)

Ha sido uno de los primeros métodos utilizado para la descripción del diálogo. Con diagramas STN podemos expresar los posibles estados del sistema así como las transiciones entre ellos. El diagrama de transiciones está formado por nodos y enlaces. Los **nodos** representan los posibles estados del sistema. Los **enlaces** representan las posibles transiciones entre estados. Podríamos incluso identificar el actor que ha provocado la acción. Las acciones del usuario será aquellas transiciones realizadas directamente por la participación directa del usuario.

U: Usuario

S: Sistema

T: transición temporal

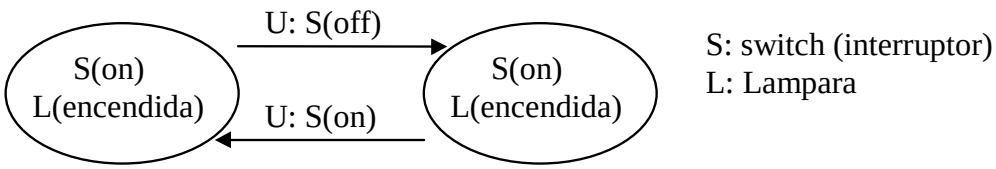


Figura 14 STN de una lámpara

Este tipo de especificación muestra el flujo de acciones y determina el estado tras una acción. Con el mismo, podemos describir las posibles acciones de usuario, así

como los estados críticos del sistema. Por ejemplo, la descripción del mecanismo de encendido de una lámpara se puede describir del siguiente modo.

Se puede utilizar para la descripción de mecanismos de interacción más complejos, como por ejemplo, para la especificación de un portapapeles.

Sin embargo, un problema asociado a este tipo de descripción es la explosión combinatoria de estados en cuanto existan diálogos concurrentes. Por ejemplo, las diferentes opciones para el estilo del texto (itálica, negrita, subrayado, etc.) provocan una explosión combinatoria de 2^n estados, con n siendo el número de opciones.

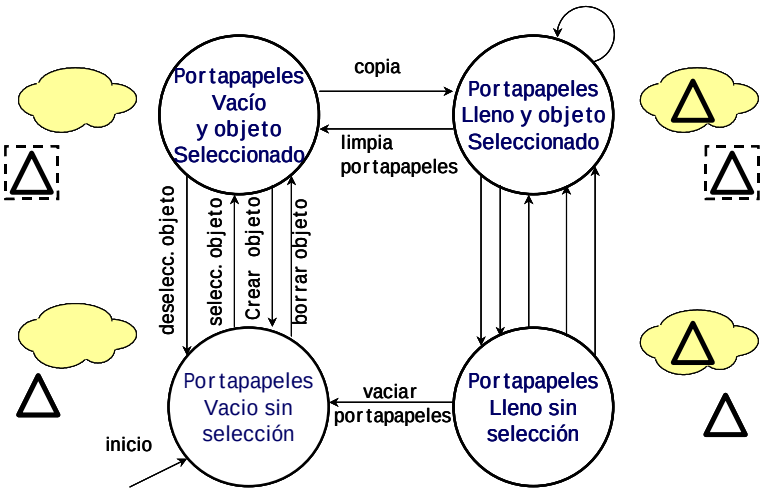


Figura 15 Descripción de un portapapeles

Redes de Petri

Si consideramos los sistemas interactivos como un caso particular de sistemas reactivos, podríamos utilizar todas las técnicas y herramientas que se disponen para la especificación y diseño de sistemas concurrentes. Existen abundantes referencias de la utilización de Redes de Petri, CSP o LOTOS para la descripción de procesos, sincronizaciones, eventos y no determinismo. Dentro de todos estos formalismos uno de los mas usados a la hora de especificar la naturaleza concurrente de un sistema interactivo son las Redes de Petri.

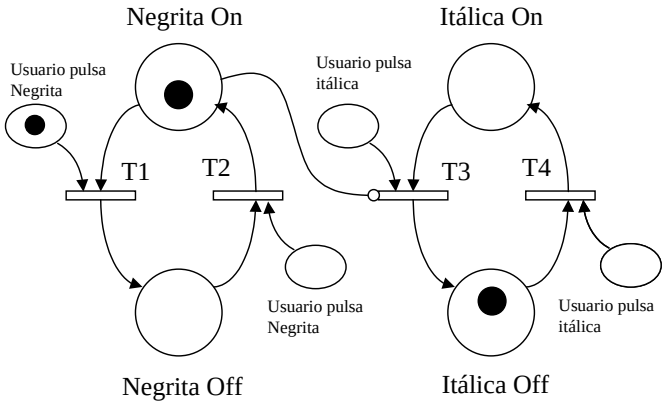


Figura 16 Red de Petri para las opciones del texto

Es uno de los formalismos más antiguos en computación para una representación gráfica de actividades concurrentes. En un STN, el sistema se encuentra en un estado en cualquier instante y se puede simular el comportamiento siguiendo los arcos. La red de Petri es similar, pero con la diferencia que puede tener varios estados al mismo tiempo. Una red de Petri se compone de lugares (círculos) transiciones (rectángulos) y marcas (que pueden cambiar de lugar mediante una transición). Por ejemplo, para especificar la concurrencia de opciones (negrita, cursiva) para el texto se puede realizar de forma sencilla con redes. Las acciones del usuario están explícitamente recogidas así como el estado del sistema (mediante las Marcas).

Los lugares elípticos representan las acciones del usuario. La regla de las redes de Petri es que si todos los lugares de una transición poseen Marca (están Marcados), la transición se puede disparar. En este ejemplo, la acción del usuario "pulsar negrita" provocará la transición T1 que desactiva la negrita. La siguiente pulsación del usuario "pulsar negrita" provocaría que en este caso, se disparase la transición T2. Se puede describir arcos inhibitorios, como por ejemplo, no puede suceder T3 mientras que esté el contador en Negrita (*on*).

Diseño orientado a objetos

Los interfaces de usuario son muy adecuados para un desarrollo basado en el paradigma de objetos [COX93], ya que el sistema está formado por componentes de naturaleza manipuladora (interactiva) con representación gráfica y en la que existe una gran vinculación (mediante herencia) de unos componentes con otros.

Una estructura típica del modelo conceptual es un conjunto de objetos capaces de realizar una serie de acciones (modelo objeto–acción).

- **Objetos**: Un objeto es un elemento de información sobre el que el usuario tiene algún control. El conjunto de objetos posee usualmente alguna estructura. Dicho conjunto es una visión abstracta de la información gestionada por el sistema (modelo).
- **Acciones**: Una acción es una operación que el usuario puede realizar con un objeto. El conjunto de acciones define la capacidad funcional del sistema. El conjunto de acciones no tiene que ser necesariamente ortogonal al de los objetos. Estas acciones serán las tareas que debe realizar el usuario para manipular los objetos del dominio de la aplicación.

  Ejemplo: Flexo. Un flexo dispone de una bombilla, un interruptor y una clavija de enchufe. El interruptor puede estar en una de dos posiciones (encendido o apagado), la clavija se puede conectar y desconectar a una base de enchufe. Cuando la clavija está conectada a una base en buen estado y el interruptor esta en la posición de encendido, la bombilla se ilumina.

Podemos identificar dos tipos de objetos: a) aquellos que aparecen en la comunicación entre el usuario y el sistema y que típicamente pertenecen a la interfaz (**objetos de control**), y b) los que son propios de la aplicación (objetos **intrínsecos**). Por ejemplo, una barra de iconos, una regla o una ventana son objetos intrínsecos con acciones propias (mover, ocultar, redimensionar, etc.) mientras que el registro de una persona es un objeto de control susceptible de aplicarle acciones del dominio de la aplicación (insertar, modificar, ver DNI, etc.). Para la descripción de los objetos y de las acciones podemos usar metáforas que ayuden a comprender su significado y utilización (*ver capítulo 'Metáforas, estilos y paradigmas'*).

Para la especificación del sistema deberemos identificar tanto a los objetos como a sus acciones asociadas. Los objetos se describen identificando sus atributos más relevantes. Uno de los más importantes es su representación gráfica. Para describir las acciones se puede utilizar una notación de diálogo basada en diagramas de estado y lenguaje de órdenes (secuencia). El lenguaje de órdenes nos daría información necesaria acerca del protocolo (qué acción se realiza), mientras que el diagrama de estado indicaría cómo cambia el estado de los objetos con las modificaciones (cómo implementarlo).

Lenguaje de órdenes

En un sistema interactivo basado en objetos, podemos identificar un conjunto de órdenes que deben aparecer en el modelo para poder representar y manipular los objetos del interfaz de modo gráfico e interactivo. Alguna de ellas son:

- Selección/deselección de un objeto

- Búsqueda/Identificación de un objeto
- Creación/eliminación de objetos
- Mover/copiar objetos
- Obtener/cambiar valores de los atributos del objeto
- Visualización del objeto

Además podemos encontrarnos con objetos complejos que poseen acciones específicas:

- Agrupación. Es un objeto formado por otros objetos. Se pueden ubicar y eliminar componentes así como conocer sus valores.
- Colección. Es un objeto que contiene un número variable de objetos. Se pueden añadir nuevos objetos, eliminar, ordenar/clasificar, etc.

Lenguaje modal

Un modo es un estado (o conjunto de estados) en cual se puede realizar un conjunto de posibles tareas de interacción por el usuario [FOL90]. Ejemplos de diálogos modales son:

- Estado en el cual se permite que un conjunto de órdenes se pueda aplicar únicamente al objeto/s seleccionado/s (modos sobre selecciones).
- Estado en el cual se debe completar un cuadro de diálogo antes de hacer otra operación (ventana modal).
- Estado en el cual se usa un programa externo para modificar un objeto (gráfico, diagrama, etc.).

Los modos pueden aparecer por la estructura que posea el lenguaje de órdenes. Las sintaxis del lenguaje puede tener las siguientes estructuras:

1) **Acción–Objeto**. En primer lugar se identifica la acción a realizar y a continuación se aplica sobre el/los objeto/s. A nivel de sintaxis esto está asociado a la posibilidad de que existan producciones del tipo

$$O ::= \alpha\ c \mid \beta\ c$$

en las que el significado de ambas opciones sea diferente (α=copiar, β=borrar). En tal caso el lenguaje es modal, ya que la interpretación de una entrada depende del estado (previo) de la aplicación.

2) **Objeto–Acción**. En este caso, primeramente se selecciona el objeto de interés al que se va a aplicar la acción. Se puede utilizar la selección múltiple. Esta sintaxis es especialmente adecuada para paradigmas basados en la manipulación directa, ya que primeramente se identifica el objeto sobre el que se quiere actuar.

Los modos pueden ser beneficiosos o perjudiciales según el uso que se haga de ellos. Los diálogos modales que no son perceptibles (visibles por el usuario) y que no tienen un significado coherente aumentan la probabilidad de error por parte del usuario y su dificultad de aprendizaje. Un dialogo modal bien diseñado deberá indicar claramente el modo actual (por ejemplo inserción/sobreescritura en un editor), suministrar información acerca de las órdenes disponibles y disponer de significados intuitivos para las acciones asociadas.

6 Modelos abstractos

El estudio de los sistemas interactivos como sistemas reactivos permite estudiar propiedades relacionadas con estos sistemas tales como la ausencia de interbloqueos o inanición. Sin embargo, desde el punto de vista de la interacción con el usuario, las propiedades deseables del sistema están relacionadas con la parte de interacción con el humano, tales como: las propiedad de comenzar

nuevamente (*Restartability*), deshacer la última acción en cualquier momento (*Undo*), utilizar toda la funcionalidad de la aplicación (*completitud*), capacidad para cancelar en cualquier momento la ejecución de una tarea, observación en todo momento del estado del sistema (*Observabilidad*), etc.. Básicamente este tipo de propiedades de interés se pueden resumir en los siguientes casos:

1) **Predecibilidad**. Se trata de reconocer y predecir cual será el efecto futuro del sistema ante una nueva interacción. Esta propiedad permite medir la consistencia del sistema.

2) **Alcanzabilidad**. Esta propiedad permite razonar y determinar si el usuario tiene acceso en todo momento a la funcionalidad del sistema. Esta propiedad permite medir la *completitud* del sistema.

En este sentido, los métodos que se utilizan son meramente descriptivos. La notación y el fundamento matemático en el cual están basados permiten expresar propiedades y por tanto, se podrán utilizar para razonar y verificar ese tipo de propiedades.

El Modelo PIE

El **modelo PIE** [DIX91] ofrece una visión externa del sistema, donde se recoge el comportamiento visible por parte del usuario. Bajo este modelo de caja negra, PIE describe el sistema en base al efecto perceptible que produce la interacción (entradas de usuario) sobre el sistema. Las entradas son un conjunto de órdenes (P) que forman parte de un programa. El efecto (E) observado por el usuario es resultado de un proceso de interpretación (I), de modo que para cada entrada posible, podemos obtener su interpretación como una función de transformación del dominio de las entradas al dominio de los efectos:

$$P \xrightarrow{I} E$$

Figura 17 Red–PIE

En este modelo abstracto, **P** representa las entradas de usuario, **E** representa el efecto producido, mientras que **I** es la función de interpretación.

Un problema de predecibilidad se podría expresar formalmente mediante la propiedad de *monotonía*, del siguiente modo:

$$\forall p1,p2 \in P: I(p1) = I(p2) \Rightarrow \forall p \in P : I(p_1 \cdot p) = I(p_2 \cdot p)$$

es decir, en el caso que dos tipos de entradas de usuario posean la misma interpretación, esto significa que el efecto será siempre equivalente, cualquiera que sea el estado del sistema (dado por acciones previas). En caso de no satisfacerse esta propiedad, tendríamos un sistema ambiguo en donde no podríamos predecir el resultado de las acciones a partir de la interacción del usuario, el sistema no es determinista.

Desde este punto de vista, el concepto de *efecto* es muy amplio, por lo que usualmente se utilizará el modelo red–PIE que extiende el modelo anterior para diferenciar el efecto que es percibido por el usuario (**D**) del resultado que es alcanzado por el sistema (**R**).

$$\begin{tikzcd} & & D \\ P \arrow[r, "I"] & E \arrow[ur, "d"] \arrow[dr, "r"'] & \\ & & R \end{tikzcd}$$

Figura 18 Red–PIE

Mediante esta aproximación, se podría establecer relaciones entre el estado del sistema (R) y la observación del usuario (D). El problema de los sistemas no predecibles puede estar ocasionado porque existan efectos que modifican el estado del sistema y que no sean percibidos por el usuario (no son observados). Por tanto, se deberá enunciar la predecibilidad desde el punto de vista de la percepción del usuario, es decir:

$$\forall p1,p2 \in P: d(I(p1)) = d(I(p2)) \Rightarrow \forall p \in P : I(p_1 \cdot p) = I(p_2 \cdot p)$$

La propiedad de **alcanzabilidad** garantiza que se puede realizar cualquier tarea sobre la interfaz de usuario, independientemente del estado actual del sistema, es decir:

$$\forall p,q \in P \exists r \in P : I(p \cdot r) = I(q)$$

La opción de deshacer una orden (*undo*) será un caso particular de alcanzabilidad.

Este mecanismo es simple pero potente para hablar de propiedades. Sin embargo, el modelo es demasiado abstracto como para su utilización para el diseño y desarrollo de sistemas interactivos, y no permite la descripción de sistemas asíncronos debido a su carácter determinista.

7 Estrategia de diseño

Con los modelos que se disponen de las tareas y de la arquitectura del sistema, deberemos guiar el diseño para obtener una implementación correcta. Este proceso en algunos casos puede ser automático, pero en la mayoría de los casos, requerirá de un profundo reconocimiento de los aspectos más delicados del proceso de diseño y que está directamente relacionados con el diálogo con la máquina y la presentación de la información. Nos centraremos en los mecanismos básicos de interacción y el diálogo con la aplicación y la capa de presentación.

Tareas de interacción

Cuando el usuario realiza una interacción con el ordenador, introduce una unidad de información que posee significado en el contexto de la aplicación. EL tipo de interacciones que se pueden realizar en el sistema son [FOL90]:

- **Posicionamiento**. Obtención de una posición u orientación. La posición puede ser en cualquier dimensión (2D, 3D). Se puede usar para dibujo, situar ventanas, arrastrar elementos, etc.
- **Valor**. Obtención de un dato cuantificable, ya sea numérico (por ejemplo, el número de página, nº de copias, etc.) o porcentual (p.e. barra de progresión).
- **Texto**. Introducción de un texto o identificador (nombre de fichero, apellidos, etc.).
- **Selección**. Obtención de una alternativa (de entre varias posibles). Se puede distinguir entre la selección sobre un conjunto finito o bien de tamaño variable, en el cual la opciones pueden ser alternativas disyuntivas o no.
- **Arrastre**. Secuencia de posiciones entre una posición inicial y otra final (por ejemplo movimiento de una carpeta con el ratón).

A cada una de estas interacciones podemos aplicarles un conjunto de técnicas que nos permitan facilitar y flexibilizar el modo de obtención de la información.

Tarea de posicionamiento

Esta tarea consiste en la obtención de una coordenada 2D o 3D. La acción que se realiza es la de mover un cursor por pantalla para introducir un valor, o introducir la coordenada directamente. Algunos de los aspectos a tener en cuenta son:

- Sistema de coordenadas. El movimiento del objeto puede ser en función de un sistema de coordenadas del propio objeto, de la pantalla o del mundo. Este factor es muy importante en los sistemas de modelado de posicionamiento 3D (Realidad Virtual).

- Resolución: En caso de movimiento con un dispositivo (cursor) las posiciones pueden ser discretas o continuas. Habrá que tener en cuenta la relación Control/Display (C/D) para mecanismos de posicionamiento indirecto, es decir, la distancia que hay que mover el puntero (ratón) en la mesa para obtener una nueva posición diferente en pantalla.
- Restricciones. Se puede utilizar elementos que ayudan al posicionamiento como la **rejilla** (*grid*) que facilitan la introducción de los puntos ajustados a valores. Esta rejilla puede ser direccional (sobre una única dirección) modular (restringido a una retícula) o gravitacional (a unos puntos sensitivos).
- Realimentación. La realimentación puede ser espacial (visualización gráfica del cursor en pantalla), relacionada con otros elementos), o lingüística (representando el valor numérico en coordenadas cartesianas).

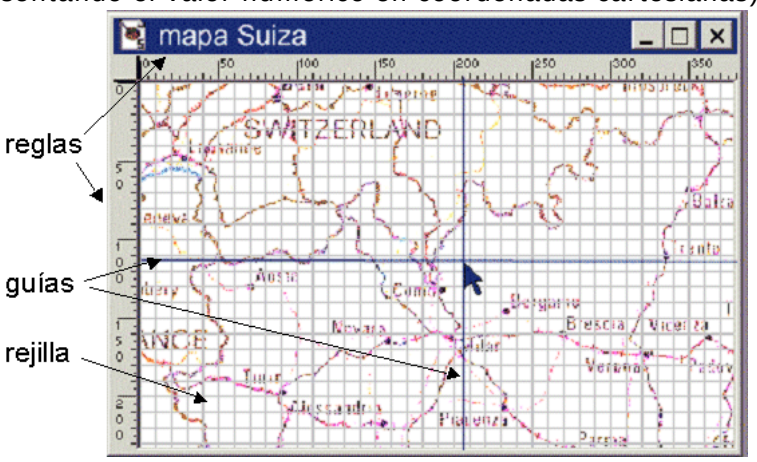


Figura 19 Diferentes técnicas de ayuda en el posicionamiento

Tarea de selección

Esta tarea básica consiste en la selección de un elemento de entre un conjunto (de órdenes, atributos, objetos..). El conjunto puede ser:

- Tamaño fijo: Elementos invariables (órdenes, etc.)
- Tamaño variable: Elementos de la aplicación (objetos)

La tarea de selección se puede realizar de los siguientes modos:

- Mediante identificador: La selección se realiza introduciendo el identificador del objeto (nombre)
- Apuntando: Búsqueda espacial del objeto mediante un dispositivo apuntador (ratón)

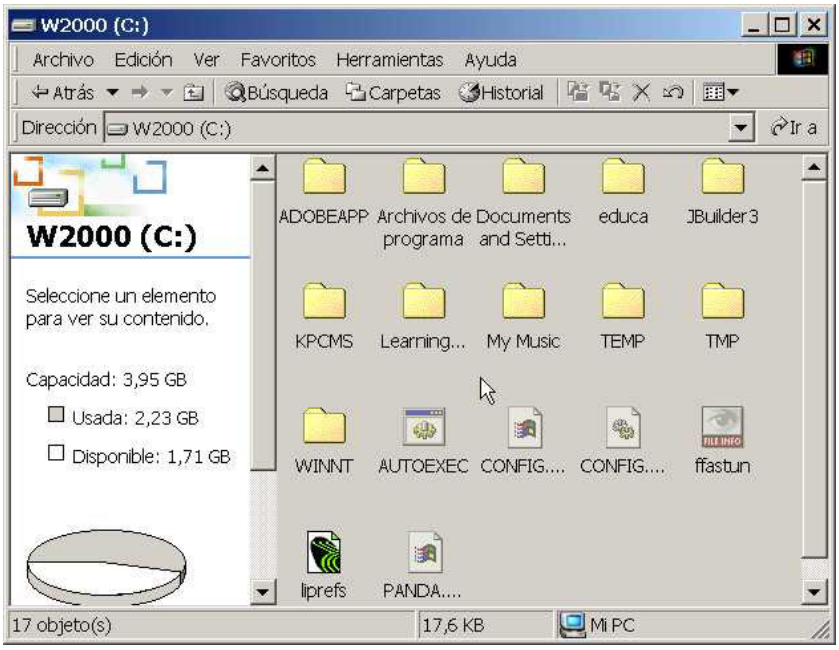


Figura 20 Selección en lista variable de objetos (gráficos)

La selección sobre conjunto de objetos de tamaño variable se organiza sobre listas dinámicas o bien en ventanas (que actúan como contenedores) donde se disponen los elementos con diferentes alternativas de presentación (gráfica, textual, icónica, etc.) y modo de ordenación.

La selección sobre conjuntos de tamaño fijo utiliza otros mecanismos de representación. Uno de los más utilizados es la presentación mediante menús y se usa para la selección de órdenes. Cada orden es un ítem dentro del menú, y se pueden utilizar diferentes técnicas para estructurar el conjunto de elementos (jerarquías, separaciones, atajos, etc.).

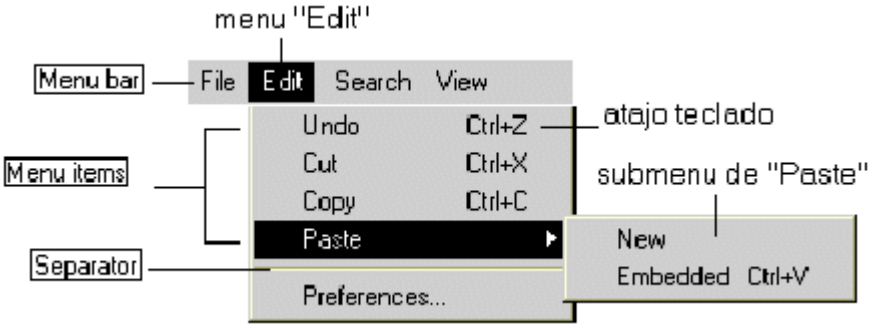


Figura 21 Organización de un menú

Otras posibles representaciones para la selección son los botones (o conjuntos de botones agrupados en barras de iconos). Los botones pueden tener una representación gráfica icónica o bien estar basado en el texto. Se pueden inhabilitar botones (representados en un tono claro) en caso que la orden no esté activa en ese momento.

Figura 22 Barra de botones (icónica)

Otras estructuras para la selección son la listas en sus diferentes representaciones (desplegables) o fijas.

Para el caso de selección sobre valores lógicos, se utilizan elementos que representen dos posibles estados (seleccionado o no). Generalmente se utiliza la casilla de verificación como elemento gráfico que representa un valor lógico (si no aparece pulsada equivale a falso/no). En caso de seleccionarse la casilla, aparece un símbolo (✓) que recuerda a una marca hecha con bolígrafo.

En caso de casillas de verificación, podemos encontrarnos conjuntos de cuestiones donde las opciones son mutuamente excluyentes (sólo se puede seleccionar una de las casillas). Para diferenciar estos dos tipos de casillas gráficamente, tradicionalmente se ha utilizado una representación circular para las selecciones excluyentes y cuadrada para las casillas de comprobación. Estas casillas pueden estar incluidas en los menús.

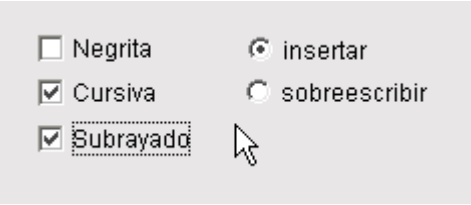


Figura 23 Casillas de verificación

En ambos casos de selección, ya sea de tamaño fijo o variable, un factor muy importante es la ubicación espacial de los ítems (órdenes, objetos) para su rápida selección, el texto del identificador (para su reconocimiento) y la organización semántica (para recordar su posición).

Tarea de introducción de texto

Esta tarea consiste en la introducción de información textual. Existen alternativas a la introducción de texto por teclado como son los reconocedores de caracteres (OCR) y de gestos. Un aspecto importante relacionado con el texto es su resolución (tamaño en pantalla), que se mide en puntos o píxels. Se deben utilizar tamaños y tipos de letra que sean legibles y proporcionales a la resolución de pantalla que posea en ese momento el usuario. El texto puede ser longitud variable y ocupar más de una línea, por lo que se consideran dos tipos de presentación, una entrada de tamaño fijo (con posible control del formato) o un área de texto (con uso de deslizadores).

Tarea de introducción de valor

Esta tarea consiste en la introducción de un dato cuantificable. En caso de identificar un número, la forma habitual es mediante el teclado numérico, aunque en determinados casos, se utilizan representaciones gráficas (diales, deslizadores, etc.) que ayudan a una introducción mediante ratón.

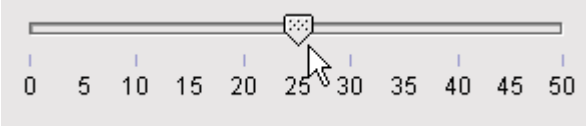


Figura 24 Deslizador

En caso de valores porcentuales (sobre un valor de tamaño variable o de tiempo para completar una acción) también se pueden utilizar representaciones, pero en este caso, no son directamente manipulables por el usuario (son informativas).

Figura 25 Barra de progresión y de posición

Tarea de arrastre

Esta tarea consiste en la introducción de una secuencia de posiciones que denotan un movimiento. Esta tarea típicamente se ha utilizado para describir explícitamente manipulaciones de objetos gráficos (mover, rotar, escalar), y que ha sido utilizada para dar significado a las operaciones de un sistema de escritorio (*drag and drop*) y en operaciones de diseño gráfico. Esta tarea requiere de una realimentación continua del objeto desplazado (puede ser una instancia, una línea/caja elástica, un punto de una curva, etc.).

Gestión de entradas del usuario

La gestión de entradas se puede hacer mediante distintas técnicas de interacción entre aplicación–dispositivo [OLS98]. Esta interacción se puede realizar en diferentes modos: pregunta–respuesta, ordenes, etc. Los eventos es el principal mecanismo para la comunicación entre el usuario y el sistema interactivo. Cuando el usuario interacciona con los dispositivos, estas acciones se trasladan a eventos software que se distribuyen a la ventana apropiada (en un sistema de ventanas). Todos los eventos están identificados (mediante un tipo de evento) que permite al software que los recibe distinguir la información que se pretende comunicar.

Se puede establecer tres mecanismos de comunicación entre usuario y aplicación:

- **Petición (*request*)**. El programa espera hasta que se produzca una entrada. Los Dispositivos están en espera. Es un diálogo dirigido por la aplicación.
- **Muestreo (*sample*)**. Ambos trabajan concurrentemente. Consulta del estado del dispositivo al realizar una petición. Los datos no son almacenados, por lo que se consulta el estado actual.
- **Evento (*event*)**. Se provee de una cola de sucesos por parte del dispositivo. La aplicación está dirigida por los datos, y permite entradas asíncronas.

Los sistemas interactivos son programas dirigidos por eventos, y su estructura difiere de las aplicaciones tradicionales de procesamiento y de cálculo. El cuerpo principal del programa es simplemente un ciclo de obtención de eventos.

```
Inicialización
While(not salir) {
 Obtener siguiente evento E
 Gestionar evento E
}
```

Cola de eventos. Existen diferentes modelos para distribuir los eventos a los objetos. Al manipular el sistema interactivo, los eventos se ponen en una cola de eventos. Todos los sistemas de ventanas poseen rutinas para obtener el siguiente evento de la cola. A menudo, los eventos no poseen suficiente información como para ser procesados o son irrelevantes (movimiento continuado del ratón, pulsación de teclas no habilitadas), por lo que se deben proveer mecanismos de filtrado para eliminar aquellos eventos que no son significativos.

Algunos de los tipos de eventos que podemos encontrar son:

- **Eventos de entrada**. Son los generados por el usuario. Clasificación: *eventos del ratón*. El evento del ratón siempre posee la posición actual del ratón. *Teclado*: Se puede considerar un array de botones de ratón (uso de modificadores)
- **Eventos de las ventanas**. Se reciben de la propia ventana. La mayoría de los sistemas de ventanas envían un evento de creación/destrucción de la ventana, que permite al código de la aplicación gestionar la acción pertinente. Tipos de eventos: crear/destruir, abrir/cerrar, iconificar/deiconificar, redimensionar, mover, etc.
- **Eventos definidos por el usuario**. Eventos de alto nivel creados por software.

Comunicación entre objetos

Un punto importante de la gestión de eventos es la comunicación con otros objetos interactivos. Un ejemplo de ello es el movimiento de la barra de deslizamiento, que provoca el cambio del texto presentado (relación entre dos componentes interactivos). Esta comunicación se realiza mediante pseudo–eventos (eventos que han sido creados por la comunicación entre objetos, y no son realmente eventos de entrada).

En sistemas de ventanas no orientados a objetos, un evento consiste en un registro de un tipo (entero), información estándar y otra adicional suministrada por el objeto que origina el evento. Existen tres modelos básicos para este tipo de comunicación:

- **Modelo de llamadas (*callbacks*)**. Permite asociar un procedimiento (código C) a un widget en tiempo de ejecución. Por ejemplo, se utiliza en sistemas de ventanas como Motif, y primeras versiones de Xwindows y lenguajes como Xtk, TK.
- **Modelo de notificación**. Cada componente interactivo notifica a su ventana padre (de la que depende jerárquicamente) la ocurrencia de un evento significativo. Este modelo se utiliza en las primeras versiones de MS Windows.
- **Modelo de conexión o delegación**. Permite a un objeto comunicarse con cualquier otro objeto (u objetos) mediante registro de los objetos receptores para un determinado evento. Modelo utilizado en NexTStep o Java.

1) **Modelo callbacks**. Un callback es un procedimiento que se ejecuta inmediatamente después que se produce el evento. En Tcl/Tk, la conexión entre objetos (interactivos) evento y procedimiento se realiza mediante la siguiente orden

```
bind .boton1 <Left-Button> { puts "Boton %b situado en %x,%y" }
```

Con esta orden se asocia al objeto interactivo “.boton1” cuando sucede el evento <Left-Button> (pulsación del botón izquierdo del ratón) una secuencia de órdenes entre llaves.

2) **Modelo de notificación**. Suministra un mecanismo interactivo más estructurado. Los componentes notifican a la ventana de nivel superior el evento sucedido. La ventana padre posee todo el código para decidir qué realizar con los eventos recibidos. Se puede prestar atención a eventos específicos (por ejemplo a eventos de aceptar–rechazar dentro de una ventana de opciones), que dirigen el modo de consulta y obtención del resto de eventos.

3) **Modelo de conexión de objetos**. Permite a los objetos comunicarse directamente entre ellos. Por ejemplo: comunicación entre la barra de desplazamiento con el editor de textos, invocando un método del objeto editor de textos.

La organización de la información afecta a la impresión general del interfaz. Debe incluir los siguientes elementos:

- Diseño (formato de pantalla, organización general)
- Representación de la información (métodos de codificación)
- Realimentación (seguimiento)
- Comunicación con el usuario (errores, mensajes de estado, etc.)

En el nivel de presentación se debe mostrar la información de forma que sea comprensible y asimilable por el usuario. Se puede pecar de exceso de información (provocando fatiga y desbordamiento al usuario) o demasiado sobria (la falta de información puede causar incertidumbre). Hay que tener en cuenta que el espacio donde se presenta la información es escaso, por lo que deberemos hacer un uso racional de este recurso. La distribución (no oclusiva) de la información es un factor muy importante, y podemos jugar con diferentes tipos de diseño: uso de zonas fijas o que se puedan ocultar (de forma dinámica), disposición del área trabajo: menús, mensajes, información de estado, etc.

Para la representación de objetos deberemos utilizar una simbología y codificación para que sea fácilmente identificable, económica en recursos (tamaño en pantalla) y consistente (iconografía, colores, texto, etc.) (*ver capítulo ‘El diseño gráfico’*).

Diseño de la presentación

El significado de una imagen puede ser más fácilmente percibido por el observador si posee claridad visual. Deberemos por tanto enfatizar la organización lógica de la información. Para conseguir una buena organización se puede utilizar las reglas de Gestalt, que permiten mejorar la claridad visual de la información. Estas reglas se basan en cómo organiza el observador los estímulos visuales (de forma global) y que se pueden resumir en los siguientes principios:

- **Similitud**. Objetos similares próximos se interpretan como una representación conjunta/agrupada
- **Proximidad**. Elementos visuales con propiedad común se interpretan como agrupados
- **Cierre (clausura)**. Elementos visuales que tienden a cerrar un área se interpreta como cerrada
- **Continuidad (determinación de formas)**. Discriminación de elementos diferentes según la continuidad natural

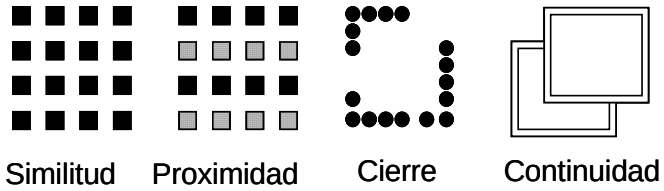


Figura 26 Reglas de claridad visual (Gestalt)

Estas reglas se aplican frecuentemente al diseño visual de los sistemas gráficos, como por ejemplo en la colocación de los botones, elementos de menú, organización general del interfaz, etc.

La claridad visual afecta a la impresión general de la interfaz. Al reforzar la claridad visual, promovemos las relaciones lógicas entre elementos (por ejemplo, minimizando el movimiento ocular para obtener información).

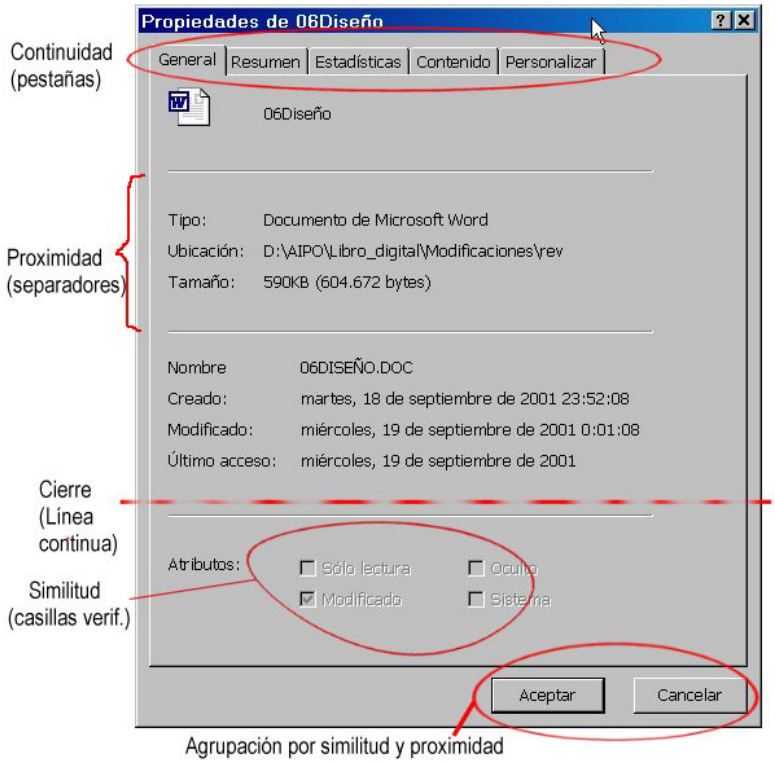


Figura 27 Aplicación de reglas a ventana de diálogo

Podemos organizar la pantalla de la interfaz siguiendo algunas reglas efectivas de diseño.

- **Balanceado**. Consiste en el ajuste de la visión con el área de visualización. El balanceado es la búsqueda de equilibrio entre los ejes horizontal y vertical en el diseño. Si se asigna un peso a cada elemento visual, se debe conseguir que la suma en cada eje sea similar. Se debe buscar un centro de gravedad en sentido horizontal y vertical, ya que de lo contrario, se crearía una *inestabilidad*.

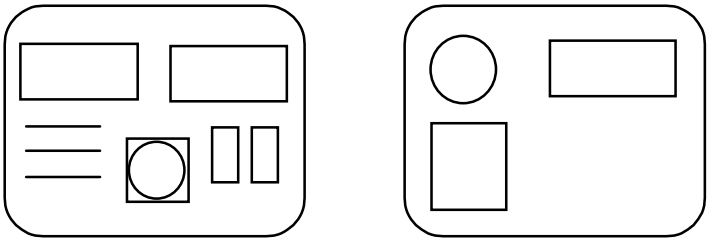


Figura 28 Pantalla balanceada (izda.) e inestable (dcha.)

- **Simetría**. Consiste en duplicar la imagen visual a lo largo de un eje de simetría. Esta técnica automáticamente asegura el balance.

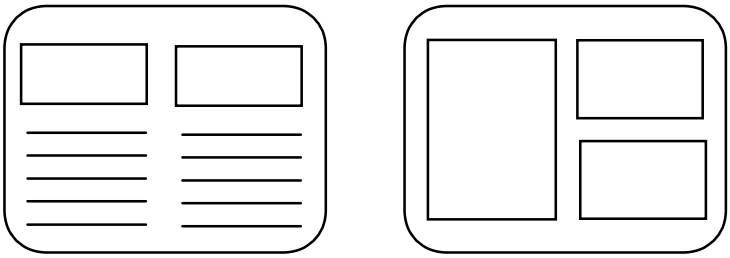


Figura 29 Pantallas con diferentes simetrías

- **Regularidad**. Técnica visual para establecer uniformidad ubicando los elementos de acuerdo con una distribución regular en filas–columnas.
- **Alineamiento**. Puntos de alineación que existen en el diseño. Se debería minimizar.
- **Enrejillado**. Separación y acentuación la organización entre áreas.

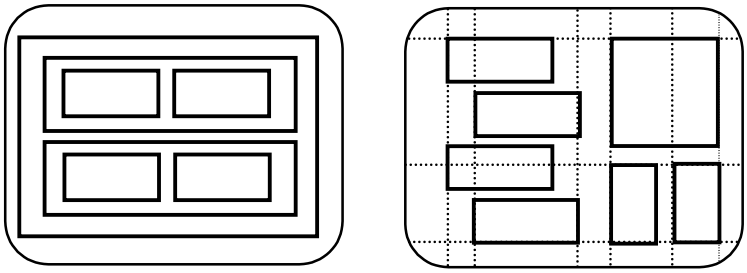


Figura 30 Pantalla con enrejillado y alineamiento (izda.)

Para obtener estas distribuciones de contenedores y componentes dentro de la pantalla, deberemos utilizar los controladores geométricos (*layout manager*) que nos facilitan las librerías de diseño de interfaces. Podemos utilizar desde los más simples (posiciones absolutas, ordenación de izda. a dcha.) a los más complejos, que asignas proporciones relativas para cada elemento, tamaño de expansión, offset, etc.

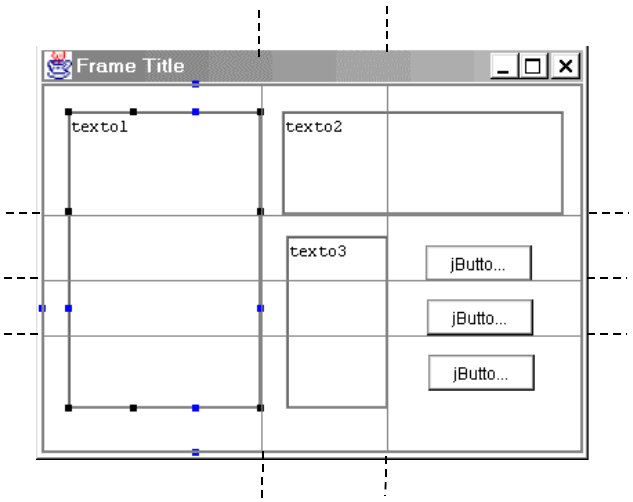


Figura 31 Controlador geométrico reticular con restricciones

Realimentación

La realimentación es de gran importancia en los sistemas interactivos, ya que el usuario debe estar informado en cada momento de las acciones que realiza. Cuando por ejemplo una tarea tarda más tiempo del razonable, se deberá informar mediante algún tipo de mensaje de ese proceso para no provocar incertidumbre. Sin embargo, un problema que deberemos tener en cuenta es que tenga una gestión rápida, ya que en tal caso puede no coincidir el estímulo con la respuesta del sistema. Algunos ejemplos de realimentación son:

- **Sobre las órdenes**. Mostrar efectos, errores, confirmación, indicadores
- **Sobre la selección**. Resaltar de forma no ambigua la orden activa

Esta realimentación debe ser fácil de leer y entender. Para ello se debe fomentar la consistencia, y en algunos casos puede condicionar la estructura de datos del modelo, ya que sea necesario almacenar información adicional para realizar el feedback.

Para su diseño, se debe estudiar las acciones de cada tarea y ver como es la interacción (realimentación del propio gesto), confirmación (selección, mensajes, iluminación) y posibles errores (pantalla de aviso) La realimentación informa al usuario acerca de su interacción con el sistema. Indica qué está haciendo y le ayuda a realizarlo correctamente. Se puede utilizar cualquier combinación de canales sensoriales (sonoro, visual, táctil, etc.).

Se puede clasificar la realimentación por su dimensión temporal:

- **Futura**. Realimentación de una acción antes de llevarla a cabo. Indica qué sucederá si se realiza una acción (por ejemplo, etiqueta informativa de los botones).
- **Presente**. Realimentación durante la interacción. Indica qué esta sucediendo actualmente (p. e. borrado de ficheros, formateando, mover cursor..).
- **Pasada**. Información de lo que ha sucedido, y cómo ha cambiado el sistema (p. e. información de finalización de tareas).

Gestión de errores

Sobre un sistema, un factor crítico desde el punto de vista del usuario, es cómo se organizan los mensajes de error y su explicación. Normalmente ocurren por un desconocimiento por parte del usuario que puede ser motivado por diferentes causas:

- **Errores por acciones del usuario**. Error en la traslación entre la intención del usuario y su acción (intención correcta, pero realización incorrecta). La solución es mejorar el diseño ergonómico, mejorar los

aspectos físicos del diseño (ubicación de menús, tamaño, posición, visibilidad, color, etc.)

- **Errores por las intenciones del usuario**. El usuario realiza una acción equivocada. El modelo de usuario no es correcto. La solución es mejorar el modelo mental. Es importante buscar posibles causas ya que el usuario está asumiendo un modelo mental incorrecto.

El usuario, ante un error, debe reconocer qué ha sucedido, para evitar confusión. Algunas técnicas que se deben evitar en los mensajes de error son:

- **Tono imperativo**. Aumenta la ansiedad del usuario. Dificulta la corrección del error ("Acción ilegal", "error fatal", “terminación anormal del programa”).
- **Mensajes genéricos o confusos**. Ofrecen poca información ("error sintáctico", “run time error n. XXXX”).

Un estudio de la distribución y frecuencia de errores puede ayudar al diseñador, al mantenimiento del producto y al posible usuario mediante una conveniente documentación.

Conclusiones

En este capítulo hemos visto las características más relevantes de los sistemas interactivos y las dificultades que se plantean a la hora de realizar un diseño efectivo. Si bien para el diseño de sistemas interactivos existe abundante bibliografía, la mayoría está basada en recomendaciones, consejos y guías de estilo para el diseño que están recogidas de la experiencia de los autores. Sin embargo, raramente aportan una metodología clara para llevar a cabo de forma sistemática el proceso de diseño. En este capítulo hemos incluido diferentes propuestas metodológicas basadas en teorías cognitivas para el diseño defectivo de aplicaciones interactivas.

Para ello, deberemos aplicar notaciones que permitan analizar las tareas que el usuario realiza en su entorno de trabajo, y utilizar técnicas para su traducción a conceptos de diseño. Posteriormente, hemos visto modelos arquitectónicos que proponen la arquitectura básica (sobre la base de componentes interactivos) que debe poseer el sistema, y por último, hemos aplicado una serie de técnicas que nos permitan trasladar de forma efectiva el modelo conceptual del sistema a un modelo computacional basado en eventos y componentes gráficos.

Referencias

[ANN67] ANNETT J. y DUNCAN K. *Task analysis and training in design*, en *Occupational Psychology*, Núm. 41, 1967

[CAR83] CARD S., MORAN T. y NEWELL P. *The psychology of human–computer interaction*. Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1983

[COX93] COX K. y WALKER D. *User interface design.* Prentice Hall, 1993

[DIX91] DIX A. *Formal methods for interactive systems*. Academic Press, 1991

[DUK95] DUKE D. J. y HARRISON M. D. «Interaction and task requirement» en *Design, Specification and Verification of Interactive System – DSVIS'96* (PALANQUE P. y BATISDE R. eds.), Springer Verlag EG, 1995

[EBE94] EBERTS, R. *User interface design.* Prentice Hall, 1994

[EIJ89] EIJK P. H. y VISSERS M. *The formal description technique LOTOS.* North Holland, Amsterdam, 1989

[FAC92] FACONTI G. y PATERNO F. «On the use of LOTOS to describe graphical interaction» en *Proceedings of the HCI'92 Conference* (MONK A. ET AL eds.), Pág. 155-173, 1992

[FOL90] FOLEY J., VAN DAM A., FEIRNER S. y HUGHES J. *Computer graphics: principles and practice,* 2ª edición. Addison and Wesley, 1990

[HAC98] HACKOS J. y REDISH J. *User and task analysis for interface design*. John Wiley Publishing, 1998

[HAR90] HARRISON M. y THIMBLEBY H. eds. *Formal methods in human–computer interaction*. Cambridge University Press, 1990.

[HAR95] HARTSON H. R. y MAYO K. *A framework for precise, reusable task abstraction. Design, Specification and Verification of Interactive System – DSVIS'96* (PALANQUE P. y BATISDE R. eds.), Springer Verlag EG, 1995

[OLS98] OLSEN, D. *Developing user interfaces*. Morgan Kaufman Publishers, 1998

[PAT00] PATERNÓ F. *Model–based design and evaluation of interactive application*. Springer–Verlag, 2000

[PER89] PERLMAN, G.: *User interface development*. Graduate Curriculum Module SEI–CM–17–1.1 (ftp://ftp.cis.ohio-state.edu/pub/hci/SEI/). Carnegie–Mellon University, Software Engineering Institute, 1989

[SHE89] SHEPHERD A.: *Analysis and training in information tasks.* Task Analysis for Human Computer Interaction (DIAPER D,. ed). Chichester Ellis Horwood, 1989

[SHN92] SHNEIDERMAN B. *Designing the user interface. Strategies for effective human computer interaction*, 3ª edición. Addison and Wesley, Reading, MA, 1992

[THI90] THIMBLEBY H. *User interface design*. ACM Press, Addison and Wesley, Reading, MA, 1990

Bibliografía

BAECKER, R., GRUDIN, J., BUXTON, W., GREENBERG, S. (ED.) *Readings in Human–Computer Interaction: towards the year 2000, 2ª ed.* Morgan Kaufman Published. 1995.

COX K. y WALKER D. *User interface design.* Prentice Hall, 1993

DIX A., FINLAY J., ABOWD G. y BEALE R. *Human–Computer Interaction,* 2ª edición. Prentice Hall, 1998

FOLEY J., VAN DAM A., FEIRNER S. y HUGHES J. *Computer graphics: principles and practice,* 2ª edición. Addison and Wesley, 1990

OLSEN, D. *Developing user interfaces*. Morgan Kaufman Publishers, 1998

PATERNÒ F. *Model–based design and evaluation of interactive application*. Springer–Verlag, 2000

SHNEIDERMAN B. *Designing the user interface. Strategies for effective human computer interaction*, 3ª edición. Addison–Wesley, Reading, MA, 1992

Enlaces interesantes

http://giove.cnuce.cnr.it/ctte.html
ConcurTaskTrees.

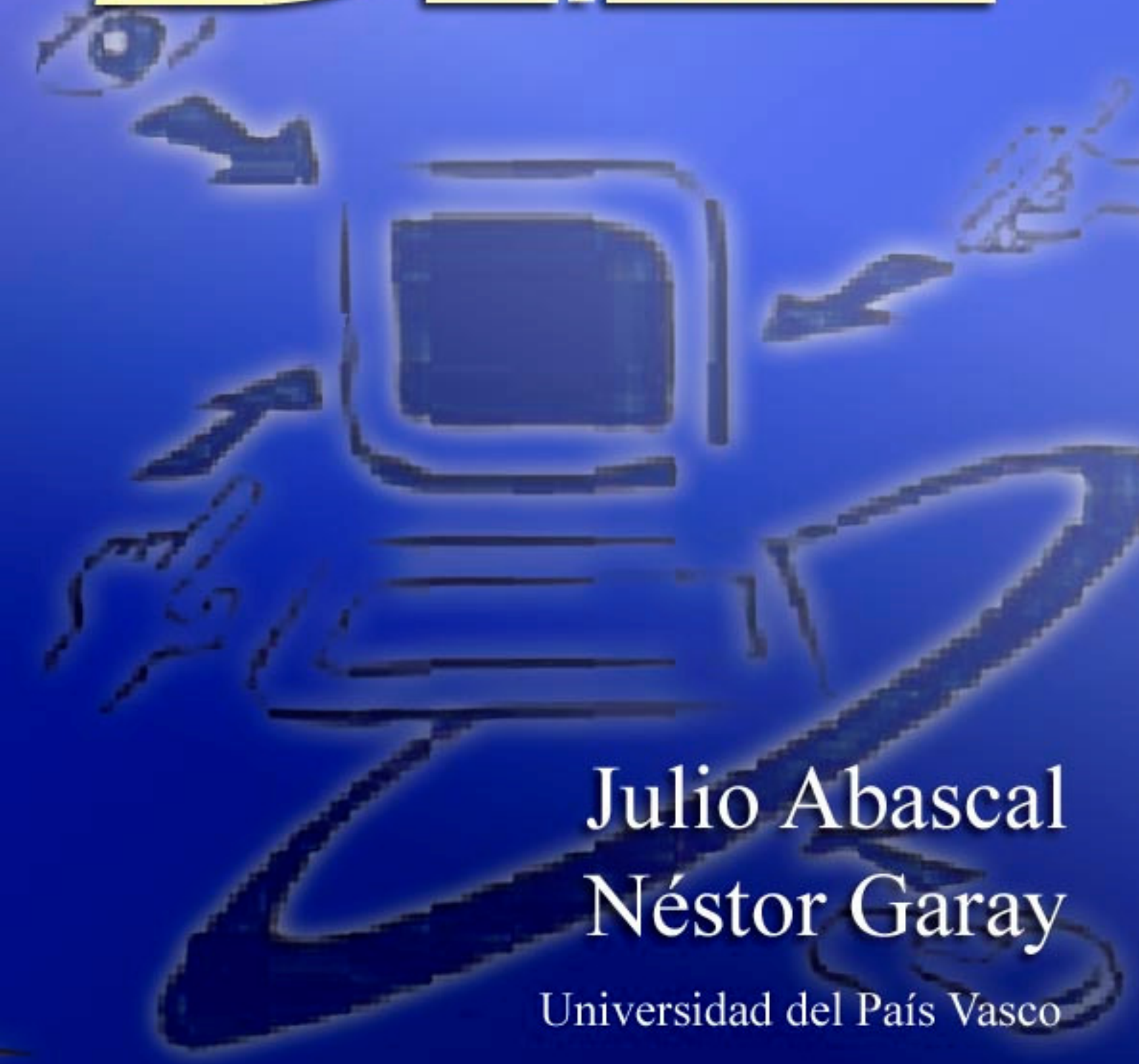
Herramientas y documentación.

http://hcibib.org/tcuid/

Task–centered user interface design: a practical introduction.

LEWIS C. (http://www.cs.colorado.edu/~clayton/) y RIEMAN J. (http://home.att.net/~jrieman/)

Dispositivos



Julio Abascal
Néstor Garay
Universidad del País Vasco

1 Dispositivos

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 4
Introducción 4
1 Gestión de los periféricos 4
2 Teclado 5
3 Pantalla 11
4 Ratón 20
5 Trackball 21
6 Joystick 22
7 Micrófono 23
8 Altavoces 24
9 Interacción usando el lenguaje 25
10 Realidad virtual 29
11 Interfaces hápticas 41
12 Realidad aumentada 44
13 Pantallas táctiles 44
14 El lápiz 45
15 Webcam 48
16 Rastreo ocular 50
17 Escáner 53
18 Ordenadores corporales 56
Conclusiones 57
Bibliografía 57
Enlaces interesantes 58

Objetivos

- Tener una visión general del estado actual de los dispositivos de interacción.
- Conocer el estado actual de los dispositivos de interacción de los ordenadores de sobremesa.
- Conocer las posibilidades que nos ofrecen la tecnología actual de síntesis de voz y cómo se pueden utilizar en el diseño de un sistema interactivo.
- Conocer los conceptos básicos y los dispositivos de interacción de realidad virtual.
- Conocer los dispositivos hápticos.
- Conocer la entrada por lápiz.
- Usar criterios para poder seleccionar unos dispositivos para la resolución de un problema determinado.

Introducción

Durante estos últimos años ha habido un progreso espectacular en la mejora de las prestaciones de los ordenadores y en la reducción de su precio y, en consecuencia, ha aumentado de forma espectacular el número de usuarios. Paralelamente, ha habido un gran progreso en la mejora de dispositivos de interacción y en la aparición de nuevos dispositivos.

Los antiguos teletipos han sido reemplazados por pantallas de alta resolución que empiezan a ser planas y, aunque se continúa utilizando el teclado, se ha generalizado el uso del ratón.

Estamos también asistiendo actualmente a la aparición de un número importante de nuevos dispositivos de interacción que complementan los del ordenador de sobremesa actual o para ser utilizados en nuevos estilos de interacción como por ejemplo los lápices utilizados en los ordenadores basados en escritura manual, los dispositivos de realidad virtual, hápticos, realidad aumentada, o que simplemente son dispositivos ya existentes, rediseñados para adaptarlos a nuevas necesidades como los kioscos, etc. A este esfuerzo ha colaborado sin duda la reciente preocupación en los aspectos humanos de las interfaces.

En este capítulo, tras una revisión de la forma en que se manejan los periféricos en el ordenador, presentamos una visión general del estado actual de los dispositivos de interacción y los diferentes ámbitos en que se aplican: ordenadores personales, entrada y salida por voz, realidad virtual.

1 Gestión de los periféricos

Los periféricos suelen estar gestionados por medio de un protocolo multinivel que abarca desde los programas de usuario hasta el nivel de *hardware*, pasando por llamadas al sistema operativo, rutinas de entrada/salida, etc.

En el caso en que un programa vaya a ofrecer cierta información al exterior, se produce una salida. Para lleva a cabo dicha salida, se realiza una llamada al sistema operativo, que verifica los permisos y los posibles errores que pueden darse y, en caso favorable, pasa al manejador del dispositivo pertinente la información que sea necesaria para que el controlador del propio dispositivo active los actuadores físicos o el *hardware* de interacción que producen el fenómeno físico que el usuario es capaz de interpretar como información (sonido, imagen, etc.). Hay que reseñar que entendemos como manejador o *driver* del dispositivo al conjunto de rutinas que

convierte las peticiones de entrada/salida del sistema operativo en las órdenes adecuadas al dispositivo concreto con el protocolo de comunicación que se esté utilizando. Asimismo, el controlador del dispositivo es un *hardware* para comunicar los periféricos con el ordenador de la forma más homogénea posible, que es visto por el ordenador como unos registros que permiten transferir información (datos), diagnosticar (estado) o configurar periféricos (control) y que convierte las señales producidas por el *hardware* de interacción al protocolo de comunicación requerido por el computador. Los registros del controlador se tratan al nivel más bajo del sistema operativo.

En cuanto a la entrada de datos a un programa, el *hardware* de interacción digitaliza las señales físicas producidas por los sensores del dispositivo (pulsaciones, señales de voz, etc.) y las envía al controlador para su interpretación. El controlador se comunica con el manejador del dispositivo para darle a conocer la entrada y los programas por medio de llamadas al sistema podrán recibir dichas entradas.

Como puede apreciarse, los programas de usuario no manejan directamente los recursos de entrada/salida, sino que esto es llevado a cabo por parte de las rutinas propias del sistema operativo. Así, se consiguen ventajas tales como que la entrada/salida sea independiente del dispositivo, que se permitan mecanismos de protección y de compartición de recursos de entrada/salida.

Cabe mencionar que las sincronizaciones entre los distintos componentes son variados (bien por medio de una espera activa o encuesta, o bien permitiendo que el controlador emita señales asíncronas o interrupciones para indicar que está dispuesto para transferir). También puede darse el caso de que el ordenador presente circuitos adicionales para la entrada/salida en general (procesadores de entrada/salida) o para transmisiones específicas (por ejemplo, si se requieren tasas de transferencia altas en transmisión de bloques contiguos se puede hacer uso del acceso directo a memoria o DMA —*Direct Memory Access*—); de esta manera se consigue una mejora en el rendimiento del ordenador.

2 Teclado

El teclado es actualmente la forma más normal de introducir información en el ordenador. Un teclado se puede definir como un grupo de botones on–off, que se usan separados o en combinación.

Casi todo el mundo está familiarizado con el diseño del teclado alfanumérico que se conoce con el nombre de *qwerty*. Su nombre deriva de las primeras letras de la fila superior de la izquierda a la derecha. El diseño presentado en Estados Unidos en 1874 realmente es muy poco eficiente pero en aquel momento, debido a la tecnología existente, no se podía correr mucho tecleando.

El mecanismo del teclado es muy sencillo. Al apretar una tecla cierra una conexión lo que origina que envíe el código del carácter al ordenador. La conexión normal es vía cable, pero actualmente ya los hay sin él.

Figura 1 Ejemplo de teclado partido ("*split keyboard*")

Un aspecto muy ergonómico a tener en cuenta, es cómo se produce el contacto con las teclas. Algunos teclados requieren una presión muy fuerte para hacer ir la tecla, mientras que en otros se ejerce una presión ligera. La distancia —*viaje*— que la tecla hace hasta que se cierra la conexión es otro aspecto que afecta el tacto del teclado. Por ejemplo, los teclados de los portátiles son teclados de muy poco *viaje* lo que permite hacer un teclado más reducido; y por tanto hacer el ordenador más pequeño.

Algunos teclados están hechos de teclas sensibles al tacto; éstas nada más necesitan un toque muy suave y prácticamente sin viaje. Son poco prácticos para hacer un uso intensivo.

Figura 2 Ejemplo de teclado partido compuesto de dos partes separadas

El número de teclas y su distribución, a la hora de hacer un teclado, dependerá de la función y del tipo de información que se quiera introducir al sistema. Así, nos podemos encontrar desde teclados que tienen un pequeño número de teclas sin ninguna distribución ni función particular, teclados decimales con 10 teclas donde cada una tiene grabado uno de los diez dígitos decimales (del 0 al 9), teclados hexadecimales con 16 teclas para poder indicar la entrada de uno de los 16 dígitos hexadecimales (de 0 a F), hasta teclados del tipo máquina de escribir para la entrada de caracteres alfanuméricos y símbolos especiales. En los teclados más sencillos no hay parte electrónica de control, sólo un soporte mecánico para interconectar las teclas. En otros tipos de teclados hay una interfaz electrónica que tendrá funciones de controlador.

La mayoría de los teclados disponen de una memoria de reserva (*buffer*) para albergar varios caracteres antes de ser enviados al computador. En ocasiones se mantienen en el teclado hasta que se pulsa una tecla especial, denominada según los fabricantes *return*, *enter*, *send* o *intro* entre otros, que provoca la transmisión del último bloque completo. Esto permite una transmisión más eficiente al no tener el computador que estar continuamente atendiendo al teclado, factor importante sobre todo en aquellos equipos que disponen de varios teclados trabajando a la vez. En los computadores personales los teclados también disponen de esta memoria de reserva, si bien se emplea cuando la CPU no puede atender al teclado por estar ocupada (por ejemplo accediendo al disco). En este caso el teclado almacena un cierto número de caracteres hasta que se le llena la memoria auxiliar, hecho que manifiesta emitiendo un ligero pitido, después de lo cual las siguientes pulsaciones no se consideran. Cuando la CPU vuelve a atender al teclado, éste envía el bloque de caracteres contenido en su memoria y vuelve a aceptar nuevas pulsaciones.

Para evitar un número excesivo de teclas en un teclado, a una misma tecla se le asignan 2 ó incluso 3 valores distintos mediante una tecla especial de cambio de teclado, que alterna los 2 ó 3 posibles teclados (teclas *Shift*, *Ctrl* o *Alt*). En otras ocasiones está previsto que, para una determinada función, deban pulsarse a la vez dos o más teclas. Las funciones de las teclas normalmente suelen ser:

- caracteres alfabéticos,
- caracteres numéricos,

- caracteres especiales,
- funciones de control del dispositivo,
- funciones de transmisión al computador.

Las necesidades de transferencia de un teclado son bajas ya que depende de la velocidad de tecleo de la persona que manipula el teclado. Así, podemos considerar que un teclado puede llegar a dar 300 caracteres por minuto, que significan 5 bytes/s, velocidad muy baja respecto a la capacidad de la CPU. A veces, se emplea una comunicación serie entre CPU y teclado, cuando el controlador y el teclado forman un mismo dispositivo que está alejado de la CPU.

Las características técnicas más importantes que deben considerarse a la hora de evaluar la mejor o peor adaptabilidad de un teclado a unas necesidades dadas se podrían concretar en:

- Robustez. A golpes y trato duro; a posibles ambientes químicamente corrosivos; a condiciones climatológicas adversas.
- Número de caracteres y símbolos básicos; funciones complementarias del teclado.
- Sensibilidad al toque. Si el teclado es demasiado rígido puede cansar los dedos, pero si es demasiado sensible puede captar más caracteres que los pulsados.
- Ergonomía al uso del operador del teclado.
- Peso, tamaño y transportabilidad.
- Memoria local de que dispone (si la hay).
- Distribución estándar o no de las teclas.
- Carencia o presencia de teclado numérico condensado.
- Consumo de energía eléctrica.
- Formas de transmisión local y remota.

Tipos de teclas

Teclas mecánicas:

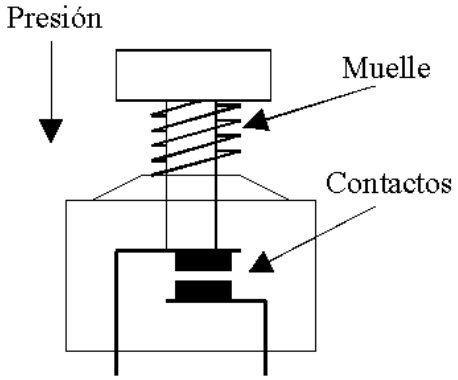


Figura 3 Esquema de tecla mecánica

Están constituidas por dos piezas metálicas que entran en contacto cuando se aplica una fuerza sobre la tecla, que vuelve a su estado inicial cuando se deja de aplicar la fuerza gracias a un muelle de retorno. Las teclas mecánicas son relativamente baratas pero tienen algunos inconvenientes. Por un lado, los contactos metálicos provocan rebotes en los instantes de conexión y desconexión, dando falsos contactos antes de estabilizarse en su nuevo estado. Esto se deberá eliminar para evitar lecturas erróneas del estado de la tecla. Por otro lado, con el tiempo los contactos metálicos se oxidan y se ensucian, por tanto, la calidad de la conexión se degrada. Las teclas metálicas de alta calidad pueden llegar a tener una vida de 1 millón de activaciones.

Teclas de membrana:

En realidad son un tipo especial de teclas metálicas. Están formadas por una estructura de tres capas plásticas que se aprovechan para construir el conjunto de teclas que forman el teclado. La capa superior tiene una pista conductora muy delgada que pasa por debajo de cada fila de teclas. La capa del medio tiene un agujero en la posición de cada tecla. La capa inferior tiene una pista conductora muy delgada por debajo de cada columna de teclas. Cuando se presiona una tecla, la línea superior entra en contacto con la inferior a través del agujero de la capa del medio. La característica particular de las teclas de membrana es que permite construir teclados muy delgados y compactos. El tiempo de vida de este tipo de tecla varía en un gran margen, pero puede ser más grande que el de las teclas mecánicas ya que no tendrán problemas de suciedad en los contactos.

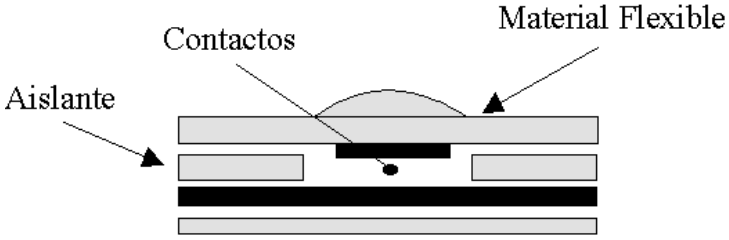


Figura 4 Esquema de tecla de membrana

Teclas capacitivas:

Este tipo de teclas aprovecha la variación de la capacidad que se produce cuando al apretar la tecla los dos contactos se acercan. Detectando la variación de capacidad se puede determinar si la tecla ha sido accionada. Requieren una circuitería adicional para convertir el cambio de capacidad en niveles lógicos válidos. La principal ventaja que tienen es que los contactos no se oxidan ni se ensucian. Pueden llegar a tener un tiempo de vida de 20 millones de operaciones.

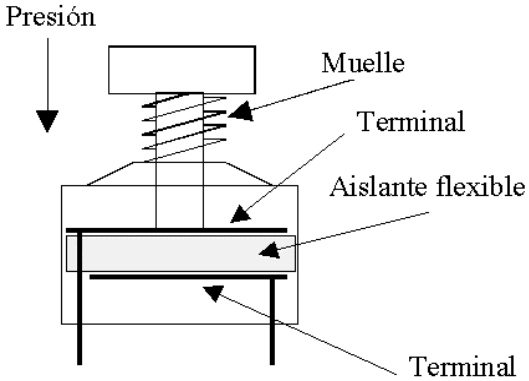


Figura 5 Esquema de tecla capacitiva

Teclas de efecto Hall:

Se basan en la detección de movimiento de carga producida por un campo magnético. Cuando se aprieta la tecla, se provoca el movimiento de un cristal semiconductor por un campo magnético, que tiene sus líneas de campo perpendiculares a una corriente que se hace circular a través del cristal. Amplificando el pequeño voltaje que se crea en el cristal por el cambio del campo magnético se puede detectar la activación de la tecla. Este tipo de tecla es muy cara, pero tiene un tiempo de vida grande, del orden de 100 millones de operaciones.

Teclas inductivas:

Al apretar la tecla, se hace pasar un imán a través de una bobina. Detectando la corriente inducida en la bobina por el movimiento del imán se puede determinar la tecla accionada. Este tipo de teclas también tiene un tiempo de vida grande. Para que el teclado sea cómodo de usar y permita una buena velocidad de pulsación, este periférico suele producir una pequeña señal sonora como respuesta a cada

pulsación. También es recomendable que sea hermético, para evitar que el polvo y los líquidos puedan dañarlo.

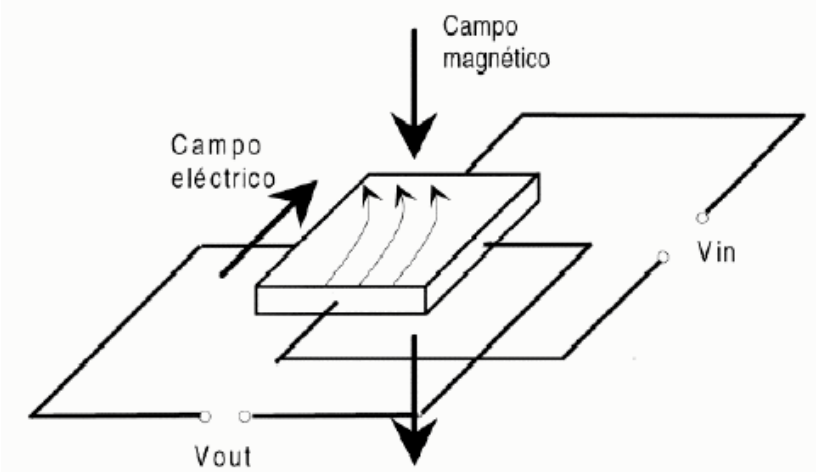


Figura 6 Esquema de funcionamiento de una tecla de efecto Hall

Cómo funcionan

Las interfaces para teclas individuales o para teclados con pocas teclas se pueden hacer directamente a través de un puerto de entrada donde cada línea del puerto detecta el estado de una tecla (ver Figura 7). Leyendo el puerto de entrada se puede saber el estado de todas las teclas en aquel momento, de forma simultánea.

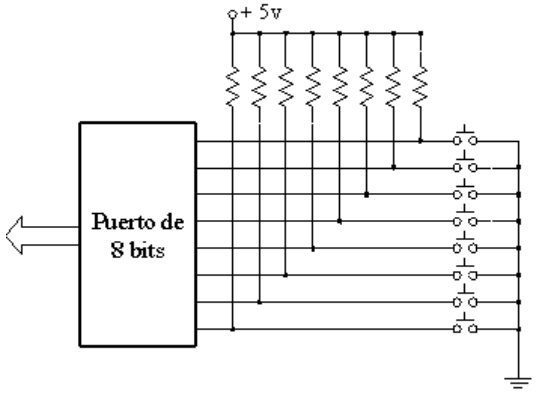


Figura 7 Detección de pocas teclas a través de un puerto de entrada

Cuando el número de teclas es grande (superior a 8), el uso de una línea para cada tecla se hace ineficiente y complica mucho el hardware de la interfaz. Para solucionar esto, se utiliza una estrategia diferente que consiste en formar una matriz de teclas, de forma que cada una tiene un terminal conectado a una fila y el otro terminal conectado a una columna de la matriz. Con esta configuración, la secuencia de acciones necesaria para detectar la activación de una tecla será la siguiente:

1) Excitar una fila del teclado con un valor lógico determinado (0 ó 1, según la configuración del teclado).

2) Leer el estado de las columnas. Si hay alguna columna activada con el mismo valor lógico con que se hubiese excitado la fila, la tecla situada en el cruce de la fila y la columna excitadas habrá sido activada (ver Figura 8).

Repitiendo los dos pasos anteriores para cada fila podremos explorar todo el teclado. El ahorro de hardware en esta configuración es considerable. Por ejemplo, si quisiésemos leer un teclado de 64 teclas dedicando una línea de puerto para cada una, necesitaríamos 8 puertos de 8 bits. En cambio, si formamos una matriz de 8 por 8 teclas, sólo necesitaremos dos puertos de 8 bits, uno para controlar las filas y otro para leer las columnas. No obstante, se puede dar alguna situación problemática relacionada con la activación múltiple de las teclas. Normalmente se puede solucionar con software, decidiendo cuál es la tecla válida o rechazar y repetir la lec-

tura. Mencionaremos un caso especialmente delicado que se da cuando se accionan, al mismo tiempo, teclas de diferentes filas. Si una de ellas pertenece a la fila excitada se pueden producir daños en el hardware ya que las dos teclas formarán un cortocircuito entre una fila excitada y una fila no excitada. Cuando se hace la exploración de teclas mecánicas es necesario tener en cuenta que se han de eliminar los rebotes de la conexión o desconexión. Una forma habitual de hacerlo es repetir la exploración de la tecla cuando se ha detectado su activación, con un retardo de aproximadamente 20 ms respecto de la primera exploración. De esta manera, la tecla tiene tiempo para estabilizarse y comparando las dos lecturas se puede decidir si se da por válida o no.

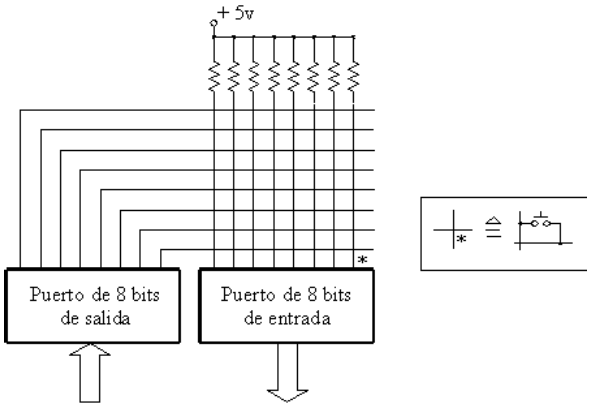


Figura 8 Detección de teclas a través de dos puertos de entrada

Los controladores de teclado solucionan toda la problemática de exploración del teclado y la codificación de la tecla detectada. Normalmente son programables porque les da una mayor flexibilidad.

El teclado QWERTY

El diseño de los dígitos y las letras está fijado pero la disposición de las otras teclas puede cambiar. Este posicionamiento de las teclas no es el óptimo. La razón de esto es porque en las primeras máquinas de escribir, cuando se apretaba una tecla, salía un brazo mecánico que tenía una letra dibujada cara al papel, y daba un golpe a la cinta carbón que tenía delante, e imprimía la letra. Si dos brazos situados uno cerca del otro salían al mismo tiempo se producía un atasco. La solución fue poner las combinaciones de teclas más comunes en puntos extremos del teclado.

Figura 9 Teclado QWERTY en una máquina de escribir

Los teclados de ordenador ya no tienen este problema, pero por contra, el coste que supondría reciclar a los usuarios y cambiar el material es tan alto, que no compensa los beneficios.

Los franceses utilizan un teclado ligeramente diferente denominado *azerty* por las primeras teclas en la primera fila de letras empezando por la izquierda.

Composición del teclado

La organización del teclado actual QWERTY tiene sus orígenes en la máquina de escribir. A mitad del siglo XIX, se hicieron muchos intentos para hacer máquinas de escribir, con muchas maneras diferentes de poner el papel, y posicionamientos diferentes de las teclas. Durante los años 1870 el diseño de Chistopher Latham Sholes se consolidó debido a un buen diseño mecánico y a un posicionamiento de las teclas que reducía la velocidad de los usuarios lo suficiente para evitar el atasco de

las barras de cada letra, porque si no al ir muy deprisa se enganchaban las barras de cada letra, al ir a picar la cinta copiadora.

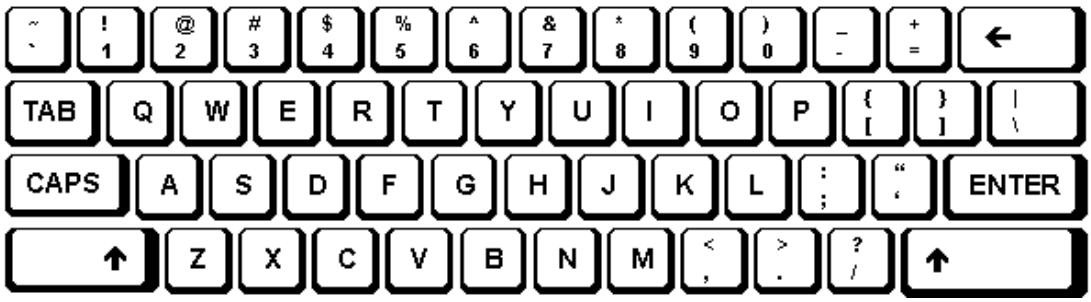


Figura 10 Teclado QWERTY

El éxito de Sholes condujo a una estandarización generalizada de su teclado y la mayoría de los teclados utilizan la organización de letras QWERTY. El desarrollo de teclados electrónicos eliminó los problemas mecánicos y condujo en el siglo XX a proponer nuevos teclados. El teclado DVORAK desarrollado el año 1920, reducía las distancias de viajes de los dedos en al menos un orden de magnitud, aumentando considerablemente las pulsaciones de los expertos.

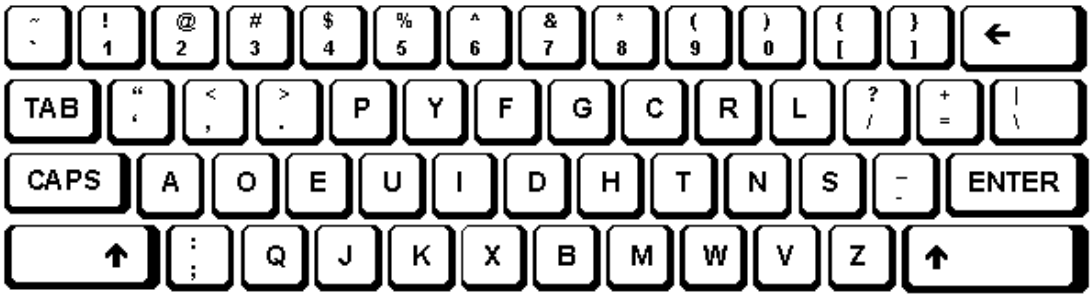


Figura 11 Teclado DVORAK optimizado para dos manos

Aún con las ventajas, el uso masivo del teclado QWERTY ha hecho muy difícil el cambio y de hecho se continua utilizando el teclado QWERTY. Otras opciones que, manteniendo la distribución de las teclas, tienen en cuenta la ergonomía dividen las teclas en dos zonas, cada una asociada a una mano; son los conocidos como teclados partidos ("split keyboards"), como los que se ven en la Figura 1 y Figura 2.

3 Pantalla

El dispositivo de salida más común es la unidad de visualización que consiste en un monitor que presenta los caracteres y gráficos en una pantalla similar a un televisor. Normalmente tiene un tubo de rayos catódicos aunque los más pequeños tienen pantallas de cristal líquido o electro luminiscente. La mayoría de los sistemas interactivos serían impensables sin la pantalla.

Figura 12 Pantalla gráfica con ventanas

Ya se ha comentado que la forma más común de tener acceso a un computador es a través de un terminal. El terminal se compone básicamente de un teclado (ya

analizado en la sección anterior) y de una pantalla, o monitor de vídeo. Desde un punto de vista funcional un terminal puede ser considerado un periférico independiente (en realidad dos, uno de entrada y otro de salida) cuando trabaja a cierta distancia del computador y se conecta a él mediante un enlace, o puede ser parte integrante del propio computador, como sucede en los computadores personales.

En ambos casos, para gobernar el monitor se requiere de un controlador específico, como ocurre con cualquier otro periférico, que en este caso se denomina controlador de vídeo. Pero así como en el primer caso los controladores de vídeo forman parte de los propios monitores y suelen ser bastante particulares de cada fabricante, en el caso de los computadores personales se da una situación algo distinta. En este caso los controladores se diseñan en tarjetas independientes del computador y del monitor denominadas tarjetas controladoras de vídeo. Además, se ha realizado un esfuerzo de compatibilización reduciendo la diversidad de modelos, lo que permite un alto grado de facilidad de cambio entre tarjetas de distintos fabricantes. Como efecto secundario, esto ha ocasionado un gran desarrollo de tarjetas de vídeo con cada vez más altas prestaciones y más bajo coste.

En base de esta distinción en esta subsección se describen los fundamentos de los monitores por un lado y de las tarjetas controladoras de vídeo por otro, si bien ambos conceptos están íntimamente ligados como es lógico.

Monitores de vídeo

Pantalla es el nombre popular de este tipo de dispositivo, al que seria más correcto denominar Unidad de Representación Visual (traducción del inglés VDU: Video Display Unit), o simplemente Unidad de Visualización.

En realidad se trata de una superficie rectangular de cristal sobre la que aparecen los caracteres y los gráficos e imágenes de un computador en una forma similar a la empleada en los aparatos de TV domésticos, es decir, utilizando como elemento principal un tubo de rayos catódicos (TRC en castellano, CRT en inglés). El tubo de rayos catódicos es un invento antiguo, si bien no se aplicó a los computadores hasta la tercera generación, momento en que supuso una revolución en la forma de trabajar con los sistemas de proceso automático de datos. Su principio de funcionamiento viene representado a continuación.

Fundamento físico del tubo de rayos catódicos.

El sistema de visualización a través de una pantalla de TRC está compuesto por un monitor, que contiene el TRC y la electrónica de control asociada, y también una fuente de alimentación propia. También formará parte del sistema de visualización el controlador de TRC (también denominada interfaz TRC), que normalmente viene en forma de placa (se denominan placas o tarjetas de vídeo), con todos los componentes necesarios para hacer de interfaz entre la CPU y el monitor. En el caso de los ordenadores personales, normalmente la placa controladora de vídeo está conectada directamente a los buses del sistema de la unidad central y el monitor es un elemento aparte. En otros casos, nos podemos encontrar con configuraciones en que el controlador de vídeo forma parte del mismo monitor y la unidad central envía la información para visualizar de forma codificada, por ejemplo en ASCII. Si este tipo de monitores, además, está acompañado por un teclado, y se emplea el mismo soporte de comunicación, normalmente serie, entonces, el conjunto monitor y teclado se denomina terminal.

El monitor de visualización funciona según los principios básicos de un monitor de televisión. Consideremos, de entrada, el caso de un monitor en blanco y negro (B/N). En la Figura 13 podemos ver el diagrama de bloques de un monitor. Consta de un TRC, que básicamente es un conversor de señal eléctrica en señal de luz, y de una electrónica de control.

El TRC tiene un cañón que emite un haz de electrones dirigido a la pantalla. Al chocar con el material de fósforo que tiene la parte interior de la pantalla provoca un

punto luminoso. La imagen que aparece en la pantalla se forma haciendo que el haz de electrones barra periódicamente toda la pantalla y controlando la emisión del cañón para conseguir que, en un punto del barrido, aparezca o no un punto de luz.

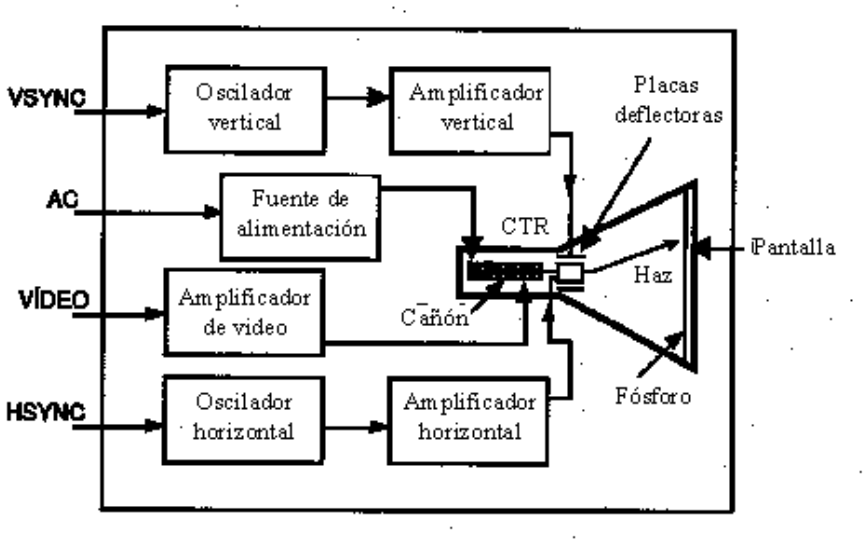


Figura 13 Diagrama de bloques de un monitor TRC

El barrido se realiza desviando el haz verticalmente y horizontalmente con la aplicación de una tensión determinada en unas placas metálicas, denominadas placas deflectoras, a través de las cuales ha de pasar el haz de electrones. El oscilador y el amplificador horizontal generan una tensión de variación lineal que, al ser aplicada a las placas que están en posición vertical, provocan un desplazamiento horizontal del haz de electrones. De forma parecida, el oscilador y el amplificador vertical generan una tensión de variación de líneas que, al ser aplicada a las placas que están en posición horizontal, provocan un desplazamiento vertical de haz. Si se procura que la variación de tensión provocada por el oscilador vertical sea más lenta que la variación de tensión dada por el oscilador horizontal obtendremos un entramado de líneas horizontales que se forman de izquierda a derecha y de arriba a abajo. La polarización de la señal del oscilador horizontal se invertirá cuando llegue al final de una línea, provocando el retorno rápido del haz a la parte izquierda de la pantalla, y la polarización de la señal del oscilador vertical se invertirá al final del barrido de una pantalla, provocando, conjuntamente con el retorno horizontal correspondiente, un retorno rápido del haz a la parte superior de la pantalla. Estas inversiones están controladas por unas señales de sincronismo horizontal y vertical externas. El amplificador de vídeo recibe la señal de vídeo que ha de controlar la emisión de electrones y, por tanto, la iluminación o no de un punto de la pantalla.

El proceso de barrido descrito anteriormente se repite con una frecuencia igual a la frecuencia de la tensión de la red eléctrica (50 Hz en Europa y 60 Hz en los EE.UU.). Gracias a las características del ojo humano, una persona que mira una pantalla tiene la sensación que la imagen es permanente y no detecta el barrido repetido de la pantalla.

En el caso de monitores en color, se emplea un sistema parecido al anterior. Las imágenes en color se forman a partir de tres colores primarios: rojo, verde y azul. En el TRC, hay tres cañones de electrones, uno para cada color, y el fósforo de la pantalla está formado por grupos de tres puntos de fósforo, también uno de cada color, que permite la visualización de un píxel.

Delante de la cara interior de la pantalla se coloca una placa metálica oscura que tiene un agujero para cada píxel, es decir, para cada grupo de tres fósforos, que tiene la misión de asegurar la incidencia de cada haz en el fósforo del color correspondiente. En este tipo de monitor se transferirá una señal de vídeo para cada color.

Así pues, atendiendo a la capacidad del tubo de mostrar o no colores, los monitores de vídeo se pueden clasificar en:

- Monitor monocromo: con fósforo verde o ámbar, son recomendables para cuando se trabaja con texto. Últimamente, se tiende a monitores de fósforo blanco–papel, en los que el texto se representa en negro sobre fondo blanco.
- Monitor color: que emplea tres haces de electrones y tres revestimientos de fósforo para los tres colores básicos: rojo, verde y azul.

En cuanto a las posibilidades de representación. los monitores de vídeo se dividen en:

- Monitores con pantallas alfanuméricas: sólo permiten la representación de caracteres alfanuméricos.
- Monitores con pantallas gráficas: permiten el trazado de líneas y curvas continuas.

Las características más importantes de los monitores, que constituyen la razón por la que se ha extendido su utilización, se detallan a continuación. Los monitores son:

- Silenciosos: No emiten ningún ruido mientras operan.
- Rápidos: Al no disponer de ninguna parte mecánica, su velocidad de representación es muy grande. De hecho el límite viene marcado en la práctica por la velocidad del enlace de comunicación con la CPU.
- Reutilizables: Como soportes de información, puede reescribirse sobre ellos tantas veces como haga falta. Los nuevos caracteres se sobrescriben sobre los antiguos sin ningún problema.
- Económicos: No consumen más que energía eléctrica. Ni papel ni cintas de entintar, ni ningún otro material auxiliar fungible.
- Fiables: Tienen un índice de fallo muy bajo ya que no contienen mecanismos sofisticados o delicados.
- Bidireccionales: Aunque no por sí solos, cuando se emplean con un teclado permiten visualizar simultáneamente lo que se está tecleando, así como responder a cuestiones planteadas por programas del computador de forma interactiva.

Además, los monitores suelen ofrecer una serie de prestaciones adicionales para mejorar la calidad de la presentación de resultados, como son:

- Enrollado (*Scrolling*): Cuando se incluye una nueva línea en la pantalla, las líneas que ya estaban en ella se desplazan hacia arriba, desapareciendo la superior (la más antigua) y dejando espacio libre abajo (para la más moderna).
- Doble página: Algunas pantallas permiten almacenar en su memoria de vídeo (que ya se describirá al analizar la tarjeta controladora) más de una imagen completa que es posible visualizar en cualquier momento, conmutando entre unas y otras.
- Pantalla partida: Posibilidad de dividir la pantalla en dos o más áreas separadas que pueden manejarse independientemente, es decir, pueden presentar textos diferentes en cada una y efectuar enrollados individualizados, o agrandar unas áreas a costa de otras.
- Atributos de caracteres: Posibilidad de presentar zonas completas correspondientes a un carácter o un grupo de caracteres con atributos especiales para aumentar el resalte de la información presentada, como por ejemplo: vídeo inverso (carácter oscuro sobre fondo luminoso), parpadeo (se ilumina el carácter a intervalos), subrayado (el carácter aparece con una raya inferior), brillo intenso (posibilidad de dar mayor iluminación a un carácter que a sus vecinos).
- Control del cursor: El cursor es una figura intermitente que parpadea constantemente para indicar qué posición de la pantalla se encuentra en

cada momento receptiva a la introducción de un nuevo carácter (por supuesto esto tiene sentido cuando se usa en combinación con un teclado). Puede ser un rectángulo, un triángulo, una simple raya, o cualquier figura suficientemente destacada. Tener control sobre el cursor significa poder moverlo a voluntad a cualquier posición de la pantalla.

Otro grupo importante de propiedades de los monitores, que pueden ayudar su elección, son sus características técnicas, entre las que se pueden destacar:

- Colores: Monocromo, monocromo con escala de grises, o color.
- Tamaño de la pantalla: Se referencia por el valor en pulgadas que mide en diagonal el tubo. Son valores normales los de 14" (14 pulgadas), 17" e incluso 19", pero existen de todas las dimensiones.
- Capacidad alfanumérica: Relativa al número total de caracteres que caben en una pantalla completa. Es muy habitual disponer de 24 líneas de texto con 80 caracteres cada una, lo que resulta en una capacidad alfanumérica de 1920 caracteres.
- Capacidad gráfica: Indica la posibilidad de acceder a puntos aislados de la pantalla en lugar de a grupos de ellos (que son los que conforman los caracteres), de forma que se puedan representar los elementos abstractos que componen una imagen gráfica. Esta capacidad está relacionada con la resolución de la pantalla, que es el número total de puntos individualizados (también denominados píxeles) que es capaz de representar. Resoluciones normales están en torno a 640x480 puntos. Valores del orden de 1024x768 puntos se consideran alta resolución.
- Señales de entrada: Señales de sincronismo vertical y horizontal, señal de vídeo, que, en algunos casos, se dan en una señal de vídeo compuesto.
- Tipos de barrido: Puede ser entrelazado o no entrelazado. El entrelazado consiste en barrer en primer lugar las líneas pares y luego las impares, de forma alternada. El entrelazado produce un ligero parpadeo, ya que se refresca sólo la mitad de la pantalla en cada barrido.
- Conexión al computador: Se suele hacer vía un canal de comunicaciones serie, por ejemplo del tipo RS–232, por donde se envían los datos a visualizar. Este enlace permite velocidades de transferencia entre 300 y 19.200 baudios (bits por segundo), y suele ser de tipo full dúplex, que permite enviar información bidireccionalmente, necesidad que se requiere cuando funciona como terminal asociado a un teclado. En el caso de los computadores personales, como se ha comentado, existe una tarjeta controladora de vídeo que se encuentra conectada directamente a los buses del sistema, por lo que se consiguen intercambios de información con el computador mucho más rápidos. La tarjeta controladora se encarga de generar las señales analógicas de vídeo, que son las que se envían a la pantalla a través de un cable de conexión. Dado que no es preciso transmitir información digital entre la tarjeta controladora y la pantalla, se pueden conseguir velocidades de visualización mucho más rápidas que en el caso de comunicación serie descrito.

Tarjetas controladoras de vídeo

La misión fundamental de una tarjeta controladora de vídeo es preparar la información que en cada momento deberá visualizarse y generar a partir de ella las señales analógicas de ataque a los circuitos electrónicos del monitor, por tanto, el controlador de vídeo hace la conversión de la información que se ha de visualizar en señal eléctrica de vídeo. Dispone de una memoria RAM de vídeo, donde la CPU guarda la información que se ha de visualizar y desde donde el controlador va refrescando la imagen de la pantalla. Esta memoria es una memoria local del controlador, aparte de la memoria principal, ya que, dado que el refresco de la pantalla exige un acceso muy frecuente a la memoria, de esta manera se disminuye la ocupación de los buses del sistema.

El volumen de información a manipular por parte de la tarjeta depende del tipo de monitor que vaya a controlar. Así, se necesita menos información para un monitor de texto que para uno gráfico, menos para uno monocromo que para otro en color, y menos para un monitor con resolución de 320x200 puntos que para otro de 1024x768. Toda esta información se encuentra codificada en la memoria de vídeo de la tarjeta, que deberá ser mayor o menor según el tipo de monitor con que se vaya a usar. El tipo de codificación empleada es arbitrario si bien, como se verá a continuación, se pueden establecer unos criterios elementales que permiten cuantificar la cantidad de memoria necesaria. Para aclarar ideas se presentan los dos modos típicos de funcionamiento de las tarjetas.

Funcionamiento en modo texto:

Se emplea generalmente con pantallas monocromas. Todos los caracteres representables se encuentran almacenados en el generador de caracteres. Por cada carácter se tiene una matriz de puntos indicando cuáles se deben iluminar y cuales no para dibujarlo (por tanto se requiere un bit por punto de la matriz). El tamaño de las matrices está relacionado con la resolución del monitor. Por ejemplo, para conseguir 25 líneas de texto de 80 caracteres cada una en un monitor con 200x640 puntos de resolución, cada carácter se ha de componer en una matriz de 8x8 puntos. Una tarjeta podrá representar más de un juego de caracteres si su generador de caracteres, que en definitiva no es sino una memoria permanente previamente grabada con la información de las matrices, dispone del correspondiente juego de matrices asociadas.

En el modo texto la memoria de vídeo sirve para almacenar el código del carácter a representar en cada posición de texto, puesto que su visualización se realizará consultando al generador de caracteres. Si el monitor a emplear posee una capacidad alfanumérica de 24 líneas de 80 caracteres, y suponiendo que utiliza el código ASCII que requiere 1 byte por carácter, se necesitará una memoria de 1920 bytes para codificar cada pantalla. Para poder visualizar atributos especiales, en el caso de que el monitor disponga de ellos, se necesitaría un bit más por atributo y carácter. Por ejemplo:

Propiedad		Bits por carácter
Codificación carácter		8
Atributos carácter	Vídeo inverso	1
	Subrayado	1
	Parpadeo	1
	Brillo intenso	1
TOTAL		12

Memoria requerida = 1920 caracteres/pantalla x 12 bits/carácter = 23040 bits < > 2880 bytes < > 2,8 Kbytes

Funcionamiento en modo gráfico

Se utiliza normalmente con monitores en color, aunque también existen monitores gráficos monocromos que tienen sus correspondientes controladoras. La información a almacenar en este caso es por cada punto en lugar de por cada carácter, y además esta información es más completa.

De una manera general, para codificar el color o nivel de gris asociado a un punto de la pantalla, la memoria de vídeo se considera organizada en planos, conteniendo cada plano un bit por cada punto. Así, una memoria con 1 plano permite discriminar sólo dos valores para cada punto, iluminado o no, por ejemplo. Una memoria con 4 planos permite 16 combinaciones válidas por punto, pudiendo representar 16 niveles de gris en un monitor monocromo con posibilidad de controlar la intensidad de iluminación, o 16 colores distintos para un monitor en color, u 8 colores distintos más 1 atributo especial del punto, etc. Con 8 planos se permiten 256 colores dis-

tintos por punto, y en el caso exagerado de usar 24 planos se permite elegir entre 256^3 (16777216) colores diferentes en cada punto.

La organización por planos permite calcular muy fácilmente la capacidad de memoria necesaria en la tarjeta controladora según los requerimientos de representación, a partir del número total de puntos del monitor. Por ejemplo, para un monitor color de alta resolución con 1024x1280 puntos, que permita 16 colores distintos por punto, 2 niveles de brillo por cada color (normal e intenso), y con 1 atributo especial (parpadeo o no), necesitaría una memoria que se calcula de la siguiente forma:

Propiedad	Planos de memoria
16 colores diferentes	4
Nivel de brillo	1
Parpadeo	1
TOTAL	6

Memoria requerida = 1024x1280 puntos x 6 planos/punto x 1 bit/plano = 7864320 bits < > 983040 bytes < > 960 Kbytes

Nótese que en este caso no se requiere ningún bit para codificar el carácter pues ese concepto no existe a nivel gráfico. A pesar de ello se requiere mucha más memoria que en el modo texto. Las necesidades de memoria de vídeo crecen a medida que se aumenta la paleta de colores (número de colores distintos representables) y la resolución. Por ello no es corriente que los terminales estén dotados de una gama completa de colores, siendo muy poco frecuente que una controladora para terminal gráfico tenga más de 1 Mbyte de memoria de vídeo.

El bloque que queda por describir es el generador de barrido. Su misión consiste en leer la memoria de vídeo y transformar la información que posee de cada punto en la señal analógica adecuada para gobernar el tubo de rayos catódicos del monitor, de forma que se componga la imagen adecuada. Como es sabido, el TRC debe ser barrido o refrescado totalmente con una frecuencia de 50 Hz coincidiendo con la norma de los TV comerciales. Esto significa que el haz de electrones debe recorrer o barrer toda la pantalla de izquierda a derecha y de arriba a abajo 50 veces cada segundo. Para conseguir esto, el generador de barrido genera unas señales que sincronizan y gobiernan las bobinas deflectoras del TRC (barridos horizontal y vertical). Además, y de acuerdo con la información a presentar en cada punto sobre color, intensidad y otros atributos especiales, en este bloque se genera también la señal que modulará el haz de electrones (o los tres haces en el caso de color) para conseguir la imagen correcta.

Teniendo en cuenta que cada punto se dibuja a la misma velocidad que se produce el barrido, o sea 50 veces por segundo, toda la memoria de vídeo debe ser leída en su totalidad cada 20 mseg. Para cambiar la información que presenta la pantalla habrá que modificar el contenido de la memoria. Por tanto, dicha memoria debe estar pensada para que, además de poderse leer cada 20 mseg, se pueda escribir, al menos parcialmente, durante ese tiempo. En el caso del modo texto, primero hay que leer la memoria de vídeo para extraer el código del carácter a representar. Después se utiliza este código como índice para leer la matriz correspondiente en el generador de caracteres.

Es importante destacar que, a medida que aumenta la memoria de vídeo, mayor es el caudal de información que debe recibir la controladora desde la CPU. Ello requiere mayor potencia de cálculo por parte del computador (téngase en cuenta que quien modifica el contenido de la memoria de vídeo es el computador), y el canal de conexión entre la controladora y el computador debe tener mayor ancho de banda (mayor velocidad de transmisión). Para reducir tanto el caudal de información como las necesidades de cálculo, es muy frecuente que los monitores gráficos dispongan de su propio hardware gráfico, capaz de interpretar órdenes gráficas de alto nivel y de realizar gran parte de los cálculos empleados en el procesado de imágenes.

Para facilitar el diseño de los controladores de vídeo se dispone de controladores integrados programables de vídeo. También aportan funciones y características que dan mayores posibilidades a la visualización. Un ejemplo de estos controladores integrados programables es el MC6845. Trabaja en mapa de caracteres y proporciona el soporte necesario para generar la señal de vídeo y de sincronismo. También facilita la visualización de un cursor en la pantalla y la entrada a través de un lápiz óptico. Puede direccionar una memoria de vídeo de hasta 16 KBytes y permite la visualización de caracteres según diferentes fuentes y tamaños. Otro ejemplo es el conjunto de chips formado por el SC2670 (*Programmable Video Timing Controller*) que cada uno realiza una parte de las funciones del controlador de vídeo.

Por último, se analizan brevemente las principales tarjetas controladoras de vídeo empleadas en el campo de los computadores personales:

- Monocromo texto: no tiene modo gráfico. Trabaja con 80 caracteres por columna y 25 líneas de texto en pantalla.
- Tarjeta VGA: Disponible en el mercado como tarjeta independiente. Emula a la EGA y a la CGA. Tienen una resolución máxima de 640 puntos por 480 líneas con 16 colores de una paleta de 262144 colores. Se configura automáticamente incorporando una extensión de memoria.

El rápido desarrollo de tarjetas de vídeo ha permitido conseguir tarjetas de vídeo con una resolución de 1600 puntos por 1200 líneas.

Pantallas de cristal líquido

Son más pequeñas que las pantallas convencionales de tubo de rayos catódicos. El desarrollo de la tecnología de estas pantallas ha propiciado una gran difusión de los pequeños computadores portátiles (conocidos como *laptops*), que están dotados con ellas. Dicha tecnología está basada en el giro de moléculas transparentes de cristales especiales. Cuando se aplica un campo eléctrico se varia el ángulo de polarización de las moléculas, lo que hace variar también la cantidad de luz que puede atravesar el cristal. Con esto se consigue una variación puntual de la luminiscencia del cristal, lo que permite cambios de color en puntos muy localizados, pudiéndose alcanzar grandes resoluciones.

Las pantallas de cristal liquido (LCD, *Liquid Crystal Dysplay*) han evolucionado mucho en cuanto al color. Empezaron con un color amarillo/azul, pasaron por azul/blanco, posteriormente negro/blanco, y han llegado a alcanzar hasta 256 colores por punto con resolución VGA.

Figura 14 Computador portátil (laptop) dotado con una pantalla de cristal líquido

Entre las características principales de una pantalla de cristal líquido se pueden citar:

- Relación de contraste: De 100 a 1, entendiendo por tal la diferencia de brillo que es posible conseguir entre las zonas más claras y las más oscuras de la pantalla.

- Velocidad de refresco: Tiempo que tarda la pantalla en refrescar la información sin producir estelas ni imágenes manchadas. Se llegan a conseguir refrescos cada 30 milisegundos.
- Tamaño: La medida típica es la longitud de la diagonal de la pantalla en pulgadas. Tamaños de 10 a 14 pulgadas son valores usuales.
- Consumo: Es notorio su bajo consumo, factor que resulta muy apropiado para su empleo en computadores portátiles.
- Relación de aspecto: Es la relación que existe entre el ancho y el alto de la pantalla. Estas pantallas se presentan en el formato estándar de 4/3, empleado en los monitores convencionales.
- Peso: Una pantalla LCD con 2 cm. de espesor, en resolución VGA se puede conseguir con un peso aproximado de 1,5 Kg.

Los ordenadores portátiles funcionan con pantallas LCD desde hace años, pero los usuarios de los portátiles son conscientes de sacrificar imagen, calidad, tamaño y prestaciones a cambio de peso. La última generación de LCD–s ofrecen competencia real a las pantallas tradicionales de TRC por varias razones.

Tamaño

Los LCDs no necesitan tubos de rayos catódicos llenos de gas, bobinas y fuentes de alimentación pesadas; las pantallas LCD no más consisten en una capa de transistores ligera y delgada, células de cristal líquido, pantallas polarizadoras y filtros de color. Como resultado, una pantalla LCD de 15 pulgadas puede reducir el peso y la anchura de un monitor a la mitad o más. Esto hace a las pantallas LCD ideales para espacios donde un sistema necesita moverse constantemente, como por ejemplo teléfonos móviles, ordenadores portátiles, aviones, barcos, coches, etc.

Reducción de potencia

Sin un cañón de electrones o electromagnético, los LCD's utilizan mucha menos potencia que los monitores estándar. Mientras que una pantalla TRC de 17 pulgadas puede consumir mas de 100 watios, las de LCD pueden quedar entre 30 ó 40. Tampoco emiten radiación electromagnética como las TRC, siendo este tipo de pantallas ideales para hospitales y otros entornos donde no pueden interferir con instrumentos sensibles.

Imágenes mejores

Las pantallas LCD no tienen que avergonzarse de la calidad de sus imágenes. Los últimos modelos ofrecen todos los contrastes, colores y claridad que puedes esperar de una buena pantalla TRC. Por ejemplo, existen monitores LCD que producen texto de 6 puntos legibles a una resolución de 1024x768 —una cosa que pocas pantallas TRC pueden tener y se pueden ver con la luz normal.

Problemas de salud con las pantallas TRC

Hay que considerar los posibles problemas de radiación de las pantallas que se pueden concretar en:

- Rayos X, que son absorbidos casi totalmente por la pantalla, pero no por detrás.
- Radiación UV e IR de los fósforos en niveles insignificantes.
- Campos electrostáticos que se filtran a través de la pantalla al usuario.
- Emisiones de radiofrecuencia más ultrasonidos.
- Campos electromagnéticos que crean corrientes de inducción en materiales conductores, incluyendo el cuerpo humano. Dos clases de efectos se le atribuyen: Trastornos en el sistema visual y en la reproducción (abortos y defectos de nacimiento).

No obstante, hay una serie de normas de sentido común que cabe seguir:

- No estar muy cerca de la pantalla.
- No utilizar tipos de letra pequeña.
- No mirar constantemente la pantalla durante largos períodos de tiempo.
- Trabajar en entornos bien iluminados.
- No ubicar directamente la pantalla delante de una ventana bien iluminada.

4 Ratón

Figura 15 Ratón de dos botones (vista superior)

El ratón se ha convertido en un componente básico de la mayoría de los ordenadores personales y de las estaciones de trabajo de propósito general. Es una caja pequeña del tamaño de la palma de la mano. Debido a que puede alzarse y reposicionarse, no necesita un espacio de trabajo grande. Además, el usuario puede utilizarlo mientras mira a la pantalla.

Sin embargo, se necesita un espacio adicional al del teclado para el propio ratón, por lo que no es muy utilizado en computación ubicua (con ordenadores portátiles o *laptops*, por ejemplo). Además, dado que el botón de confirmación está en el mismo dispositivo, a veces se mueve durante la confirmación y presenta dificultades para su uso, especialmente para usuarios noveles. Asimismo, dibujar con un ratón no es tan natural como hacerlo con un lápiz, por lo que es necesaria cierta experiencia para utilizar el ratón en aplicaciones gráficas.

Los ratones se distinguen en el método que se utiliza para detectar el movimiento.

El ratón mecánico contiene una bola pesada que al moverse por la superficie de la mesa, se desplaza dentro de su contenedor. Esta rotación es detectada por dos cojinetes pequeños que están en contacto con la bola, que ajustan los valores de unos potenciómetros.

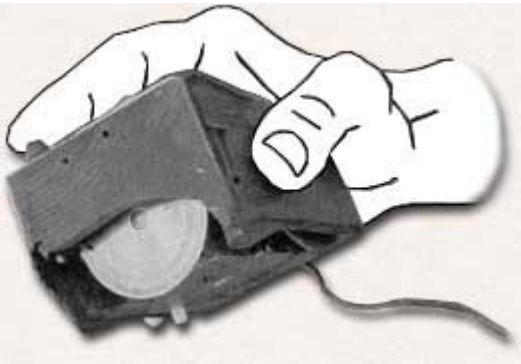


Figura 16 Esquema del primer ratón (vista inferior)

El cambio de los valores de los potenciómetros puede estar directamente relacionado con los cambios de posición de la bola. Los potenciómetros están alineados en direcciones diferentes, lo que nos permite detectar movimientos horizontales y verticales. La información del movimiento relativo se pasa al ordenador a través de un cable, que mueve un puntero en la pantalla que denominaremos cursor.

El ratón óptico no hace uso de la bola para detectar el movimiento. Hay un par de ventanas en la base del ratón a través de las cuales dos diodos iluminan la superficie (uno con luz normal visible y el otro con luz infrarroja) por donde se mueve el ratón. La luz se refleja en dicha superficie y vuelve a entrar por las ventanas citadas. La detección de la luz se hace por medio de dos fotodetectores. La almohadilla es especial y contiene líneas negras y azules pintadas de forma alternada en la dirección horizontal y en la vertical.

Las líneas negras y las azules absorben la luz roja, y las negras absorben también la infrarroja (no así las azules). Así, el fotodetector de luz roja genera pulsos cada vez que el ratón pasa por encima de una línea (sin importar su color), mientras que el fotodetector de infrarrojos genera pulsos cada vez que se pasa por encima de una línea negra. La detección del movimiento se consigue gracias a que las ventanas tienen un pequeño desplazamiento tanto horizontal como vertical, y ello motiva que se produzca una pequeña variación en los pulsos generados por los sensores que produce una señal cuadrangular.

Los ratones ópticos no tienen partes móviles, por lo que son más fiables que los mecánicos, pero por el contrario necesitan una almohadilla especial. Los mecánicos tienen la desventaja añadida que la bola y los rodillos que la acompañan suelen ensuciarse y hay veces en que el movimiento no se transmite correctamente.

Otra variante del ratón óptico es el denominado *ratón intellimouse*, que contiene una pequeña cámara digital y no requiere una alfombrilla especial. Este ratón incorpora un microprocesador de unos 18 MIPS para poder tratar las cerca de 1500 fotografías por segundo de la superficie que obtiene. Para detectar los movimientos, va comparando las fotografías obtenidas.

Además el ratón tiene típicamente dos o tres botones encima (uno en Macintosh), que se utilizan para indicar una selección o para iniciar una acción.

El ratón proporciona información del movimiento relativo de la bola, por ejemplo si podemos levantar o volverlo a dejar en otro sitio, sin que el cursor se mueva de posición. Lo mismo sucede con otros dispositivos que se presentarán a continuación (*trackball*, *touchpad*, etc.).

Es un dispositivo preciso porque el cursor es pequeño y puede señalar puntos muy pequeños en la pantalla. Puede usarse para el dibujo y el diseño, aunque quizás otros dispositivos ofrezcan una mejor interfaz para ello.

El ratón fue inventado por Douglas Englebart el año 1964. Las teclas de cursor también se pueden utilizar para mover un cursor, pero el otro dispositivo permite seleccionar objetos en la pantalla, al mismo tiempo que apuntarlos. El usuario se ve capaz de manipular objetos, que es un aspecto muy importante en el diseño de las interfaces actuales.

5 Trackball

El *trackball* es como un ratón que se ha girado. La bola pesada se mueve dentro de la carcasa estática por la mano, el movimiento se detecta en la misma forma que en el ratón. El *trackball* no requiere un espacio adicional para operar y por tanto es un dispositivo muy compacto. Es bastante preciso pero es difícil de hacer movimientos largos. Se utiliza bastante en ordenadores portátiles.

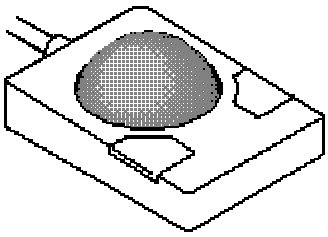


Figura 17 *Trackball* (vista superior)

Un *trackball* situado en la superficie de trabajo puede ser confortable para utilizar durante un periodo de tiempo largo, ya que los usuarios pueden reposar el antebrazo, dejar la mano a un lado y parar el *trackball* con los dedos. Este dispositivo proporciona retroalimentación táctil a partir de la rotación y velocidad de la bola. Necesita un espacio pequeño y fijo y puede ser integrado en un teclado, pudiendo ser usado sin apartar los ojos de la pantalla. Al contrario que los ratones, los *trackball's* no pueden salirse de la superficie de trabajo.

Como desventaja, presenta el hecho de que sólo puede utilizarse en modo relativo, por lo que limita su utilidad para tareas de dibujo. Tampoco es muy útil para escribir texto a mano. Además, es muy difícil utilizar una sola mano para accionar los botones asociados al *trackball* a la vez que se usa este dispositivo, debido a la interacción entre los músculos de los diferentes dedos.

El *trackball* es muy útil para apuntar y seleccionar. Si los requerimientos sobre velocidad y eficiencia no son críticos, se sugiere que también pueden usarse para dibujar líneas.

Similar al *trackball*, el *touchpad* (Figura 18) también es utilizado en algunos portátiles y utiliza un panel que detecta la capacitancia del dedo y así calcula la posición absoluta del mismo.

Figura 18 *Touchpad*

6 Joystick

El *joystick* es un dispositivo de entrada que ocupa muy poco espacio e incluso puede incorporarse dentro del teclado. Consiste en una caja pequeña del tamaño de la palma de la mano. Lleva incorporado un bastón que se levanta y se desplaza en todas direcciones.

Figura 19 *Joystick* y botones asociados

Los *joysticks* usan potenciómetros para detectar los movimientos del bastón. A menudo el bastón vuelve a la posición central cuando no está siendo utilizado.

Los *joysticks* son baratos y bastante robustos por lo que se utilizan en juegos y también es un dispositivo muy utilizado en entornos de navegación virtual, así como aplicaciones de computación móvil.

Joystick opera en dos dimensiones y se utiliza en tareas que trabajan dirección y velocidad que no requieran gran precisión.

7 Micrófono

Es un dispositivo que se utiliza para transformar la energía del sonido en energía eléctrica. El tipo más sencillo de micrófono moderno es de carbón, utilizado en los teléfonos. Está compuesto por un disco metálico lleno de granos de carbón, recubierto por un diafragma metálico móvil. El disco y el diafragma disponen de unos cables que van conectados a un circuito eléctrico, de manera que a través de los granos de carbón pasa una corriente eléctrica. Las ondas sonoras hacen vibrar el diafragma, alternado la presión sobre los granos de carbón. La resistencia eléctrica de los granos varia con la presión, haciendo que la corriente se modifique en el circuito con las vibraciones del diafragma. La corriente se puede amplificar y en el caso de los ordenadores se puede digitalizar.

Figura 20 Micrófono

Otra variante muy corriente es el micrófono de cristal, que utiliza cristales piezoeléctricos, en el que se origina un voltaje entre las dos caras del cristal. cuando se aplica una presión al efecto piezoeléctrico, en este tipo de micrófono las ondas sonoras hacen vibrar un diafragma que a su vez modifica la presión sobre un cristal piezoeléctrico, lo que genera un pequeño voltaje que después se amplifica.

Entre los micrófonos dinámicos se encuentran los micrófonos de cinta y los de bobina móvil. Los primeros llevan una cinta metálica muy fina enganchada al diafragma, colocado en el interior de un campo magnético. Cuando la onda sonora incide sobre el diafragma y hace vibrar la cinta, en ésta se genera un pequeño voltaje por inducción electromagnética. El funcionamiento del micrófono de bobina móvil se basa en el mismo principio pero utiliza una bobina de hilo muy fina en vez de una cinta. Algunos micrófonos modernos, diseñados para captar nada más sonidos unidireccionales, llevan una combinación de cinta y bobina.

Otro tipo de micrófono es el de condensador. Tiene dos láminas metálicas finas muy próximas, que actúan como un condensador. La lámina posterior va fija, mientras que la anterior hace de diafragma. Las ondas sonoras modifican la distancia entre las láminas, alternando la capacidad entre ellas. Este tipo de micrófonos suele ser muy pequeños.

Las características más importantes de cualquier micrófono son la respuesta en frecuencia, direccionalidad, sensibilidad e inmunidad a las perturbaciones externas como golpes o vibraciones.

Los micrófonos son útiles para permitir almacenar o transmitir información multimedia (sonidos, canciones, palabras, etc.), así como para permitir la interacción usando el lenguaje o la realidad virtual, que se presentan más en detalle en apartados posteriores.

8 Altavoces

Los altavoces o bocinas (dispositivos electromecánicos que producen sonido audible a partir de voltajes de audio amplificados) se utilizan ampliamente en receptores de radio, sistemas de sonido para películas, servicios públicos y aparatos para producir sonido a partir de una grabación, un sistema de comunicación o una fuente sonora de baja intensidad.

Figura 21 Conjunto de altavoces

Existen diferentes tipos, pero la mayoría de los actuales son dinámicos. Estos altavoces incluyen una bobina de cable muy ligero montada dentro del campo magnético de un potente imán permanente o de un electroimán. Una corriente eléctrica variable procedente del amplificador atraviesa la bobina y modifica la fuerza magnética entre ésta y el campo magnético del altavoz. La bobina vibra con los cambios de corriente y hace que un diafragma o un gran cono vibrante, unido mecánicamente a ella, genere ondas sonoras en el aire.

Salida de sonido

El sonido es una de las formas mas obvias para utilizar como mecanismo de interacción, para dar a los usuarios una información del estado actual del sistema.

Algunos investigadores han expuesto que se puede utilizar el sonido como un método de codificación con tal de aumentar las representaciones gráficas. Sugieren que en sistemas complejos puede ser beneficioso utilizar sonidos que tienen una relación directa con el proceso que se representa.

El sonido tiene una importancia especial cuando los ojos están ocupados en otra tarea o cuando una cuestión de interés no puede ser totalmente visualizada o incluso para personas que no pueden ver.

Tipos

Sonido musical

El uso del sonido musical en interfaces de propósito general se encuentra en una etapa inicial. Su valor puede depender de los usuarios. No todos los usuarios son capaces de reconocer una nota musical más aguda o más grave. No obstante el uso de los sonidos musicales de campanas, tambores u otros irá en aumento.

Sonido natural

Es una manera natural de utilizar el sonido, los sonidos naturales se sintetizan o se graban digitalmente. El ser humano es capaz de extraer información.

9 Interacción usando el lenguaje

El habla es un medio de comunicación natural y por tanto, parece apropiado investigar su uso en la interfaz, haciendo uso de algunos de los dispositivos mostrados hasta ahora (por ejemplo, micrófono y altavoces), y algún hardware y software específicos.

Como seres humanos, la habilidad de hablar el uno con el otro ha sido un instrumento importante en nuestro desarrollo y en el control del entorno. El lenguaje es una de las cosas que nos separa del mundo animal. Los lenguajes que hemos desarrollado son tan ricos y complejos, que no nos damos cuenta hasta que queremos aprender uno de nuevo. Este es el problema que hace el reconocimiento de la voz tan complicado. Ha habido intentos de desarrollar sistemas de reconocimiento de la voz, pero solo han tenido un éxito parcial.

No obstante, se espera que el reconocimiento de la voz y su síntesis se convierta en un negocio multimillonario estos próximos años.

Los diferentes métodos de interacción utilizando el lenguaje como medio son:

- Reconocimiento del habla
- Síntesis de la voz
- Identificación de la persona que habla y verificación
- Comprensión del lenguaje natural

Reconocimiento del habla

El reconocimiento de la voz, también referido como voz–a–texto, es la tecnología que hace posible al ordenador el convertir la voz en texto. El primer tipo de reconocimiento de voz es el reconocimiento de órdenes. El reconocimiento de órdenes habladas es muy útil en juegos, títulos multimedia y navegación. Permite el reconocimiento de palabras sencillas y frases cortas tales como “Abrir fichero”.

El dictado de voz se puede hacer en dos modalidades: discreto o continuo. La tecnología del dictado discreto requiere poca potencia computacional, pero necesita que el usuario haga una pausa entre cada palabra que dicte. El dictado continuo, como su nombre indica, no tiene estas limitaciones.

Independientemente de un sistema u otro, el proceso básico de reconocer los sonidos es muy similar y lo que realmente necesitan es que tenga una buena fuente de los datos de audio. La mayor parte de las soluciones de hardware de audio disponibles hoy en el mercado nos pueden dar este camino para una solución en reconocimiento de voz.

El micrófono es como dispositivo de interacción el elemento de hardware más crítico en una solución de reconocimiento de voz.

Métodos

Sistemas de reconocimiento de palabras aisladas

Requiere que se hagan pausas entre palabras, más largas que las que se hacen en una conversación normal. Tienen un vocabulario limitado.

Sistemas de reconocimiento de voz continua

Son capaces, hasta cierto punto, de reconocer palabras en una secuencia.

Sistemas dependientes del que habla

Previamente se ha de entrenar con la voz de los diferentes usuarios que utilizarán el sistema.

Sistemas independientes del que habla

No hay ninguna restricción en el reconocimiento de cualquier usuario.

Síntesis de voz

La síntesis de voz, a la que también nos referimos como texto–a–voz, es la tecnología que hace posible al ordenador producir los sonidos que hacemos cuando leemos texto con la voz en alto. De todas estas tecnologías es la que requiere menos potencia y no necesita una calidad de hardware muy alta. Más adelante se detallan los métodos que se siguen para hacer síntesis de voz.

La identificación y verificación de la persona por el habla

La identificación y verificación de la persona que habla son dos tecnologías relacionadas. Estas tecnologías tratan de identificar a la persona que habla en vez de lo que hablan. Con la identificación de la persona que habla, aplicamos tecnología para tratar de identificar una persona que habla en una base de datos de voces de personas conocidas.

Otro aspecto importante es la verificación de la persona que habla, tratando de asegurar que la persona que habla es realmente la que habla, pudiendo aplicar el concepto de "mi voz es mi contraseña".

Comprensión del lenguaje natural

La comprensión del lenguaje natural (NLU: *Natural Language Understanding*) es la tecnología que permite que el ordenador comprenda el sentido o de las palabras que hablamos o del texto que escribimos.

Es la próxima generación de tecnología de voz que llega al mercado. NLU es la tecnología que permite al ordenador entender una pregunta o una orden en lenguaje natural. Esto quiere decir entender no simplemente las palabras que hablamos, sino el sentido que tienen. Las aplicaciones actuales usan un diálogo limitado pero las de un próximo futuro utilizarán preguntas potentes para minería de datos y extracción.

Usos

En los próximos apartados vamos a describir posibles aplicaciones de las tecnologías interactivas de la voz.

Ordenes habladas

El reconocimiento de órdenes es la aplicación más común para el software actual. Hemos de recordar que el reconocimiento de órdenes está relacionado con el reconocimiento de una palabra o una frase corta. El software que usa esta tecnología tiende a tener las siguientes características:

- Uso intensivo del teclado para una sola orden
- Estructuras de menú complejas
- Manos libres

- Cambio frecuente de modalidad (necesidad de cambiar de teclado a ratón)
- Entradas repetitivas

Dictado por la voz

El reconocimiento del texto dictado por voz tiene un uso importante en la manipulación de gran cantidad de texto y en la creación de informes especializados. El software que explota esta tecnología es el siguiente:

- Aplicaciones de tratamiento de texto (Lotus WordPro, Microsoft Word)
- Creadores de informes, manuscritos, manuales, libro
- Aplicaciones que contienen controles de edición que permiten la entrada de texto multilínea
- Manos libres
- NLU (comprensión del lenguaje natural)

Síntesis de la voz

La síntesis de voz a partir de texto tiene muchas aplicaciones. Las características que tienen que necesitar estas aplicaciones son:

- Ojos libres
- Revisar grandes volúmenes de texto
- Confirmación de órdenes y selecciones
- Requiere operar bajo condiciones donde una visualización no es práctica

Oír el correo electrónico a través del teléfono por ejemplo.

La voz se puede sintetizar a partir de dos métodos:

- Concatenación: En este método se graban registros digitales de voz humana real en el ordenador. Estos pueden ser guardados por frases o segmentos de palabras y posteriormente construir nuevas frases organizando palabras en el orden correcto. Este sistema presenta problemas como por ejemplo de entonación que son importantes en la voz natural. La voz producida según este método suena como artificial, no obstante es muy utilizado.
- Síntesis por reglas: En este caso no se utiliza directamente la voz humana. La síntesis se controla por reglas de fonemas y por regla que están relacionadas con el contexto de una frase. Por el hecho de utilizar fonemas, bloque básico de una palabra, el sistema puede en principio articular un vocabulario indefinido de palabras.

Hay que tener en cuenta que fonema es la unidad más pequeña de sonido que hace que cambie una palabra.

Identificación y verificación de la persona por la voz

La identificación y verificación de las personas por la voz tiene aplicaciones donde puede haber varios usuarios de un mismo sistema o donde puede haber controles de acceso.

- Configuraciones de muchos usuarios o personalizadas
- Derechos de acceso seguros
- Elementos de la interfaz de usuario dedicados a control de accesos y restricciones para usuarios
- Bloqueo y desbloqueo de elementos

Por ejemplo autentificar y procesar una transacción comercial electrónica en Internet o un salvapantallas que puede bloquearse con la voz.

Comprensión del lenguaje natural

La comprensión del lenguaje hablado y del texto tiene grandes posibilidades de aplicaciones. Las aplicaciones que explotan esta tecnología son:

- Aplicaciones donde el usuario hace preguntas o cuestiones
- Sistemas expertos
- Aplicaciones con agentes del tipo Wizard
- Sistemas de acceso a bases de datos para la resolución de problemas
- Motores de búsqueda de bases de datos incluyendo Internet
- Sistemas de interrogación y respuesta

Pensemos por ejemplo en un sistema de reserva de líneas aéreas. En vez de tratar directamente con un agente de viajes, el usuario puede acceder a un sistema autónomo como un kiosco. Entonces en lenguaje natural, y con una formulación propia, el usuario puede preguntar por información de vuelos y reservas. Por ejemplo "Preséntame todos los vuelos de Barcelona a Roma", o, " Muéstrame todos los vuelos que salen de Ámsterdam entre las cinco y las 7".

Ejemplos

Sistema Festival Speech Synthesis. Festival es un sistema de síntesis de voz multilingüe desarrollado en CSTR. Ofrece un sistema completo de texto a voz con varias APIs, así como un entorno para el desarrollo y la investigación de técnicas de síntesis de voz. Está escrito en C++ con un intérprete de comandos basado en esquemas para control general.

Text–to–audiovisual–speech. Síntesis texto a voz de un modelo de una cara parlante de francés en 3D. El sistema consiste en tres componentes: síntesis acústica, síntesis visual y modelo de la cara. http://wwwtios.cs.utwente.nl/say/.

IBM *Voice*

Via Voice aparece en tres modalidades diferentes:

Figura 22 Dos de la modalidades de *Via Voice*

- Via Voice Executive: el software de voz continua más poderoso de IBM ayuda a los escritores, ejecutivos y usuarios experimentados de PCs a trabajar más rápido y eficientemente.
- Via Voice Office: Diseñado para ayudar a maximizar la eficiencia de usuarios de pequeños entornos domésticos y/o laborales, o para miembros de facultades o estudiantes avanzados.
- Via Voice Home: Ideal para toda la familia en la composición de cartas, listas de regalos de vacaciones, informes, diarios, correo electrónico, etc.

Dragon Naturally Speaking

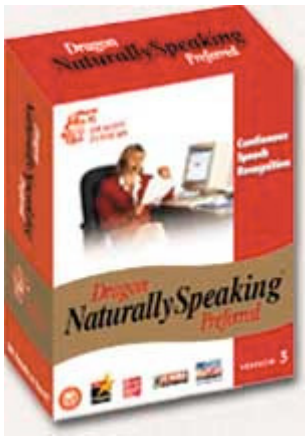


Figura 23 Dragon NaturallySpeaking Preferred

Dragon NaturallySpeaking Preferred 3.0 incluye todas las características que han hecho de *Dragon NaturallySpeaking* el producto de voz continua número 1 en ventas de América, según PC Data. Incluye la tecnología *BestMatch* de Dragon para lograr la máxima eficacia, Comandos de Lenguaje Natural mediante edición *Select–and–Say*, dictado en prácticamente cualquier aplicación Windows y otros.

Dragon NaturallySpeaking Preferred añade características diseñadas para profesionales, como: *Dragon NaturallyMobile* para transcribir voz grabada y revisión de las transcripciones y texto a voz para editar más fácilmente.

In Cube

IN CUBE Versión 2 para *Windows* 95 y NT (también Windows 3.1x) usa el motor de reconocimiento continuo de voz de *Command Corp* para mejorar sus anteriores resultados. Esta versión libera al usuario de la obligación de estar equipado de micrófonos engorrosos y permite tenerlos sobre la mesa.

IN CUBE permite a los usuarios controlar totalmente Windows 95 y NT por voz, incluyendo navegación por ventanas e introducir macrocomandos de voz. *IN CUBE* Versión 2 incluye un conjunto de funciones de comandos que pueden usarse en vez de operaciones repetitivas complejas con un único comando de voz.

10 Realidad virtual

Los sistemas de realidad virtual, como cualquier otro sistema informático están basados en *hardware* y *software* para construir simulaciones. Ordenadores personales potentes, estaciones de trabajo y supercomputadores son ejemplos del tipo de hardware necesario para hacer simulaciones, pero si alguna cosa distingue claramente delante de la gente la realidad virtual son los dispositivos de entrada–salida que son muy especiales.

Figura 24 Usuario interaccionando con un mundo virtual **(Extraído del proyecto Studium)**

Estos dispositivos como el ratón 3D, *datagloves* y de salida como el casco, permiten construir el mundo virtual inmersivo que es la esencia de la realidad virtual. Aquí hay que añadir los ordenadores que tengan potencia para hacer *render* (proceso de generación de imágenes fotorealísticas) a gran velocidad.

Figura 25 Ejemplo de mundo virtual **(Extraído del proyecto Studium)**

Los dispositivos como los ratones 3D, guantes virtuales (*dataglove*) son los medios que tiene el usuario para enviar información al sistema. Esta información permite hacer la navegación a través del mundo virtual utilizando como base el concepto de 6 grados de libertad (6DOF: *six degrees of freedom* en inglés), en el que tenemos en cuenta la posición y la orientación del usuarios (3+3 coordenadas).

También utilizamos otros dispositivos como por ejemplo el casco para controlar los cambios de posición, producidos por el usuario.

Las principales disyuntivas en esta área son imágenes de detalle contra velocidad de formación de la figura y visión monoscópica contra visión estereoscópica. En la mayoría de las aplicaciones de realidad virtual, se necesita la retroalimentación visual. De hecho, las pistas visuales son tal vez la más importante retroalimentación en el sistema de realidad virtual. Para obtener un sentido de realidad, las fotos enviadas a la pantalla tienen que ser en tiempo real para eliminar la discontinuidad. Por lo tanto, investigamos la disyuntiva entre el tiempo de formación de la figura y la resolución gráfica para escenas de gráficas en 3 dimensiones y las escenas de gráficas en 2 dimensiones desde ambas perspectivas de software y hardware.

Seis grados de libertad

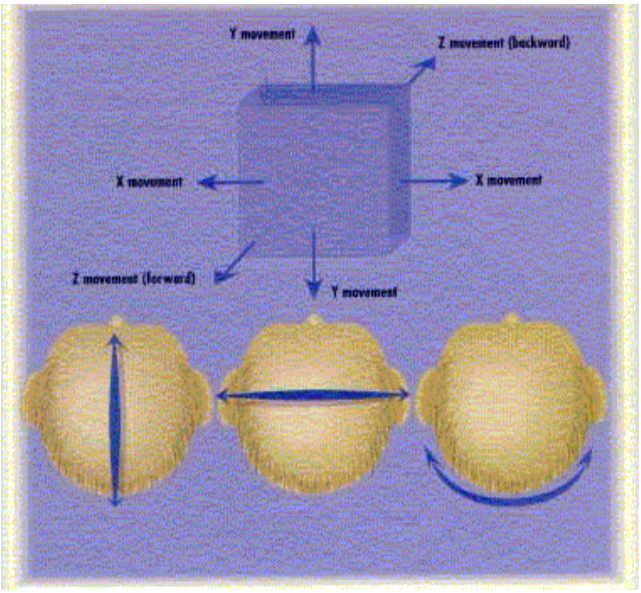


Figura 26 Movimientos posibles en un mundo tridimensional

Un objeto se puede mover hasta en seis direcciones en un mundo tridimensional. Los seis grados de libertad corresponden a la posición y orientación de objetos virtuales dentro de una simulación. Los tres primeros corresponden al movimiento a través de X, Y, Z; esto corresponde a la posición de un objeto dentro de un mundo virtual y con el punto de vista del usuario dentro de este mundo. Los otros tres corresponden al movimiento de orientación de un objeto alrededor de los ejes (X, Y, Z) que se conocen con el nombre de *pitch*, *roll* y *yaw*. Un usuario de una simulación puede utilizar diferentes dispositivos de interfaz para navegar e interaccionar en un

entorno virtual con los seis grados de libertad, dependiendo del diseño del dispositivo y del mismo mundo virtual.

Seis grados de libertad (6DOF): Habilidad para moverse en las tres direcciones espaciales y orientarse en los tres ejes que pasan por el centro del cuerpo. Por tanto la posición y la orientación se especifican en seis coordenadas.

- **Pitch**. El desplazamiento angular del eje lateral en un eje horizontal perpendicular al eje lateral
- **Yaw**. El desplazamiento angular del eje vertical.
- **Roll**. El desplazamiento angular del eje lateral.

Valores absolutos: Posición y orientación en un espacio virtual medido de un único y constante punto de origen. Si se mueve un objeto real o virtual las coordenadas previas se ignoran, y se toman medidas de posición y orientación nuevas.

Audio3–D

La principal área de investigación en audio es la simulación del sonido original. "Ha sido demostrado que usar sonido para proporcionar información alternativa o suplementaria a un usuario de computadora puede aumentar mucho la cantidad de información que él/ella puede asimilar". Esto no es menos verdadero en el mundo virtual. Adicional a una salida visual, un mundo completo virtual debe incorporar un campo de sonido tridimensional que refleje las condiciones modeladas en el ambiente virtual. Este campo de sonido tiene que reaccionar a paredes, fuentes múltiples de sonidos, y ruido de fondo así como la ausencia de ellos. Esto requiere una potencia y una velocidad computacional muy grande ya que el escuchar es un sistema complejo el cual usa la forma del oído exterior y retardos de microsegundos en la llegada del sonido a los dos oídos para determinar la posición y la ubicación de la fuente del sonido. Para simular un ambiente de sonido virtual, una computadora debe primero determinar la posición de la fuente relativa al oyente. También debe calcular los efectos del ambiente. Por ejemplo, para simular un eco debido a una pared, la computadora debe primero determinar la ubicación relativa de la fuente al sujeto y la pared, entonces colocar otra fuente de sonido a la distancia y ubicación apropiada en el lado opuesto de la pared.

El principal problema al producir sonido es que es imposible repetir el sonido previamente grabado de manera que mueva un sonido desde detrás del usuario al frente del mismo cuando el usuario gira su cabeza. *Crystal River Engineering* (http://www.cre.com) ha desarrollado un proceso para producir un sonido tal que se parece a uno que viene de una dirección en particular. Ya que estos sonidos son calculados y producidos en tiempo real, no hay problema si queremos repetirlos.

La evolución de sonidos 3D inicia con el sonido monofónico. "Mono", la palabra en latín que significa "uno", envía una señal a cada bocina. Parece que todos los sonidos del ambiente están viniendo de cada bocina individual. Si hay solo una bocina, entonces todos los sonidos parecen venir de ese punto.

El sonido estereofónico logra que el sonido parezca como si viniera de cualquier parte de entre las dos bocinas. Esto es realizado retrasando las señales entre las dos bocinas por unos pocos microsegundos. Mientras más pequeño es el retardo, la fuente parece estar localizada más cercana al centro.

El sonido ambiental, usado en muchos teatros, usa la idea de estéreo, pero con más bocinas. Los retardos se pueden poner de tal manera que el sonido pueda parecer moverse desde detrás del oyente al frente del mismo. Un problema con este sistema es que por ejemplo que el sonido de un avión despegando detrás del oyente parecerá ir por el codo en vez de sobre su cabeza.

Una solución al problema de crear un campo de sonido tridimensional viene de la producción de sonido el cual es sintonizado a la cabeza de un individuo. Cuando el sonido alcanza el oído externo, este dobla el frente de la onda del sonido y conduce este al canal del oído. El sonido que realmente alcanza el tambor del oído es dife-

rente para cada persona. Para resolver este problema de personalización, la computadora debe de crear un sonido que sea diseñado para adecuarse a un usuario en particular. Esto se logra al colocar un micrófono pequeño dentro del canal del oído, para crear sonidos de referencia de varias ubicaciones alrededor del oyente. Entonces la computadora resuelve un conjunto de relaciones matemáticas que describen cómo cambia el sonido dentro del canal del oído. Estas relaciones matemáticas se denominan Funciones de Transferencia Relacionadas (*Related Transfer Functions HRTFs*).

Las medidas que provienen de las *HRTFs* no pueden simular exactamente el ambiente acústico cuando son usadas por sí solas. El problema yace en tratar de hacer medidas no invasivas. Cuando el micrófono está colocado en el canal del oído, éste cambia la pista acústica, cambiando por lo tanto el *HRTF*. También, este método no intenta tomar en consideración el oído medio o interno.

El Sonido Realista

Una carga computacional pesada es la producción de sonido de fondo. Este es muy importante si la persona en el ambiente virtual desea estar inmersa en un mundo "creíble". Sin embargo, ya que el ruido es de fondo, este no necesita tomar ventaja de la tecnología de sonido 3D. Esto limita la interactividad del usuario con el ambiente virtual. En el mundo real, una persona puede escuchar sonidos del fondo. Esta habilidad es comúnmente llamada "el efecto de una fiesta cocktail", porque es la habilidad de una persona para enfocar diferentes conversaciones del ruido de fondo. Esto puede hacerse solamente en un campo acústico de 3D y un ruido de fondo en un mundo virtual no usa un campo 3D.

Algunos investigadores sugieren el uso de sonidos pregrabados así que toda la potencia computacional se dedica a determinar la posición y dirección de la fuente. Esto, sin embargo, no puede trabajar en un campo de sonido de 3D. No obstante los sonidos pueden ser exactamente colocados en un campo de sonido 3D, el oyente no puede interactuar con el medio ambiente —ellos pueden solamente observar éste. En un campo acústico de 3D escuchado a través de audífonos, cuando el oyente se da la vuelta, los sonidos que estaban detrás de él deberían ahora estar enfrente. Sin embargo, con métodos de pregrabar/repetir, los sonidos que estaban detrás del individuo están todavía detrás del oyente aunque se haya dado la vuelta.

Un ambiente con sonido realista tiene un gran potencial de ser una interfaz para discapacitados auditivos o gente ciega. Por ejemplo, un ambiente virtual puede ser creado donde los objetos en éste son una aplicación de software. Entonces los usuarios pueden aprender los caminos alrededor del ambiente, muy parecido a la manera como ellos aprenden su camino de la casa a la tienda sin necesidad de ver.

Navegación

Dispositivos de Posicionamiento

El propósito de un dispositivo de posicionamiento es determinar las posiciones *x*,*y* y *z* y la orientación (*yaw*, *pitch* y *roll*) de alguna parte del cuerpo del usuario en referencia a un punto fijo. La mayoría de los tipos de dispositivos de interacción de realidad virtual tendrán un posicionador en ellos. Los *HMDs* (*Head Mounted Displays*) necesitan un posicionador para que la vista pueda ser actualizada para la orientación actual de la cabeza del usuario. Los guantes de datos (*data gloves*) y las palancas de mando (*joysticks*) de vuelo usualmente tienen posicionadores de tal manera que el icono de la "mano" seguirá los cambios de posición y orientación de la mano real del usuario. Los trajes de datos de cuerpo completo tendrán varios posicionadores en ellos de tal manera que los pies, la cintura, las manos y la cabeza virtuales estén todos esclavizados al usuario humano.

Cuando diseñamos o evaluamos un sistema de realidad virtual que recibirá información de un posicionador, es importante poner atención a la latencia (retardo), tasa de actualización, resolución y exactitud del sistema posicionador. La latencia

es el "retardo entre el cambio de la posición y orientación del objetivo siendo seguido y el reporte del cambio a la computadora". Si la latencia es más grande que 50 milisegundos, ello será notado por el usuario y posiblemente puede causar náusea o vértigo. La tasa de actualización es la tasa a la cual el posicionador reporta datos a la computadora y está típicamente entre 30 y 60 actualizaciones por segundo. La resolución dependerá del tipo de posicionador usado y la exactitud usualmente disminuirá cuando el usuario aleja del punto de referencia fijo. Los dispositivos de posicionamiento de seis grados de libertad vienen en varios tipos básicos de tecnología: mecánica, electromagnética, ultrasónica, infrarroja e inercial.

Posicionadores Mecánicos

Un dispositivo mecánico es similar a un brazo de robot y consiste de una estructura articulada con eslabones rígidos, una base de soporte y un "órgano terminal activo" el cual es sujetado a la parte del cuerpo siendo posicionada, frecuentemente a la mano. Este tipo de posicionador es rápido, exacto y no es susceptible al temblor de la mano. Sin embargo, también tiende a afectar el movimiento del usuario, tiene un área restringida de operación y el problema técnico de posicionamiento de la cabeza y las dos manos simultáneamente es aún difícil.

Posicionadores Electromagnéticos

Un posicionador electromagnético permite que varias partes del cuerpo sean posicionadas simultáneamente y funcionará correctamente si los objetos vienen entre la fuente y el detector. En este tipo de posicionador, la fuente produce tres campos electromagnéticos cada uno de los cuales es perpendicular a los otros. El detector sobre el cuerpo del usuario entonces mide la atención del campo (la fuerza y dirección del campo electromagnético) y envía esta información de regreso a la computadora. La computadora triangula la distancia y la orientación de los tres ejes perpendiculares en el detector relativos a los tres campos electromagnéticos producidos por la fuente.

Los posicionadores electromagnéticos son populares, pero son inexactos. Ellos sufren de problemas de latencia, de distorsión de datos y pueden ser inutilizados por grandes cantidades de metal en el entorno del área de trabajo o por otros campos electromagnéticos, tales como aquellos de otras piezas de grandes equipos de cómputo. Adicionalmente, el detector debe de estar dentro de un rango restringido desde la fuente o no será capaz de regresar información precisa, de tal manera que el usuario tiene un volumen de trabajo limitado.

Posicionadores Ultrasónicos

Los dispositivos posicionadores ultrasónicos consisten en tres emisores de ondas sonoras de alta frecuencia en una formación rígida que forman la fuente para tres receptores que también están en un arreglo rígido en el usuario. Existen dos formas para calcular la posición y la orientación utilizando posicionadores acústicos. A la primera forma se le llama "la fase coherente". La posición y la orientación es detectada calculando la diferencia en la fases de las ondas sonoras que alcanzan a los receptores desde los emisores comparadas a las ondas sonoras producidas por el receptor. "Mientras que la distancia que viaja el objetivo sea menor que una longitud de onda entre actualizaciones, el sistema puede actualizar la posición del objetivo". El segundo método es el "tiempo–de–vuelo", el cual mide el tiempo en que el sonido, emitido por los transmisores en momentos conocidos, alcanza los sensores. Solamente se necesita un transmisor para calcular la posición, pero el cálculo de la orientación requiere encontrar las diferencias entre los tres sensores.

A diferencia de los posicionadores electromagnéticos que son afectados por grandes cantidades de metal, los posicionadores ultrasónicos no tienen este problema. De cualquier modo, los posicionadores ultrasónicos también tienen un volumen restringido de trabajo y, peor, deben tener una línea de vista directa desde el emisor al detector. Los posicionadores de tiempo de vuelo usualmente tienen una baja tasa de actualización, y los posicionadores de fase coherente son sujetos a la acumula-

ción de errores en el tiempo. Adicionalmente, ambos tipos son afectados por cambios de temperatura y presión y el nivel de humedad del ambiente de trabajo.

Posicionadores Infrarrojos

Los posicionadores (ópticos) infrarrojos usan emisores fijos en un arreglo rígido mientras que las cámaras o "celdas cuadradas" reciben la luz IR. Para fijar la ubicación del posicionador, una computadora debe triangular una posición basada en los datos de las cámaras. Este tipo de posicionador no es afectado por grandes cantidades de metal, tiene una tasa alta de actualización y una baja latencia. Sin embargo, los emisores deben estar directamente en la línea de visión de las cámaras o celdas cuadradas. Adicionalmente, cualesquier otras fuentes de luz infrarroja, alta intensidad de luz u otro brillo afectará el grado de corrección de la medida.

Posicionadores Inerciales

Finalmente, hay varios tipos de dispositivos posicionadores inerciales los cuales permiten al usuario moverse alrededor de un volumen comparativamente grande de trabajo ya que no hay un *hardware* o cable entre una computadora y el posicionador. Los posicionadores inerciales aplican el principio de conservación del momento angular. Los giroscopios en miniatura pueden ser sujetados a los *HMDs*, pero tienden a salir de cauce (hasta 10 grados por minuto) y ser sensitivos a vibración. El *yaw*, el *pitch* y el *roll*, se calculan midiendo la resistencia del giroscopio a un cambio en orientación. Si el seguimiento de posición es deseado, un tipo adicional de seguimiento debe de ser usado. Los acelerómetros son otra opción, pero ellos también tienden a salir de cauce y su salida es distorsionada por el campo de gravedad.

Elementos a tener en cuenta en un sistema de realidad virtual

- Dispositivos de interfaz y manipulación
- Tracking
- Visualización
- Ordenador
- Software

Ordenador

La característica mas importante que tiene que tener un ordenador para ser utilizado en realidad virtual es que ha de ser rápido, se trabaja en tiempo real. Una medida indirecta que nos puede servir es la potencia en megaflops, la medida directa mas importante es el número de polígonos por segundo (triángulos) que es capaz de procesar.

Software

El ojo percibe como tiempo real imágenes que se proyectan con una secuencia mínima de 50 a 100 mseg. En un software de realidad virtual lo podemos concretar en:

- Bucle de eventos
- Actualización de imágenes
- Latencia de seguimiento del *tracking*

  Por ejemplo si el bucle consta de 50 mseg + imágenes 50 mseg + retardo tracking 50 mseg = 150 mseg; estamos un poco por encima del mínimo.

Dispositivos de Interacción

La realidad virtual y los ambientes virtuales van más allá de las interfaces típicas en el realismo de la metáfora visual. El apuntar y dar "clic" con un ratón sobre la mesa es muy útil en muchas situaciones, pero no suficiente para ambientes con inmersión. Entonces en vez de un teclado y un ratón, se han desarrollando guantes, ratones tridimensionales, palancas de mando flotantes y reconocimiento de voz. También se está estudiando la posibilidad de incorporar aromas en la interacción con el mundo virtual.

Guantes

Para sentir la flexión de los dedos, han aparecido tres tipos de tecnología de guante: sensores de fibra óptica, medidas mecánicas y galgas extensométricas. El *Dataglove* (originalmente desarrollado por la compañía *VPL Research*) es un guante fabricado de neopreno con dos lazos de fibras ópticas en cada dedo. Cada lazo está dedicado a un nudillo y esto puede ser un problema. Si un usuario tiene manos extra grandes o pequeñas, los lazos no corresponderán muy bien a la posición actual del nudillo y el usuario no será capaz de producir ademanes exactos. En un extremo de un lazo está un LED y en el otro está un fotosensor. El cable de fibra óptica tiene pequeños cortes a lo largo de su longitud. Cuando el usuario dobla un dedo, la luz escapa del cable de fibra óptica a través de estos cortes. Se mide la cantidad de luz que alcanza el fotosensor y que se convierte en una medida de cuanto se ha doblado el dedo. El *Dataglove* requiere recalibración para cada usuario. "Las implicaciones para un plazo más largo sobre el uso de dispositivos tales como el *Dataglove*- efectos de fatiga, recalibración durante una sesión- permanecen a ser explorados".

Figura 27 Guante ajustada a mano

El *Powerglove* fue vendido originalmente por la compañía *Mattel* para el Sistema de Entretenimiento Casero *Nintendo* pero, debido a su bajo precio, se ha usado ampliamente en investigación. El *Powerglove* es menos exacto que el *Dataglove* y también necesita recalibración para cada usuario, pero es más áspero que el *Dataglove*. El *Powerglove* usa galgas extensométricas para medir la flexión de cada dedo.

> *Una pequeña tira de plástico mylar es cubierta con una tinta eléctricamente conductora y colocada a lo largo de la longitud de cada dedo. Cuando los dedos son llevados rectos, una corriente eléctrica pequeña pasando a través de la tinta permanece estable. Cuando se dobla un dedo, la computadora puede medir el cambio en la resistencia eléctrica de la tinta.*

Figura 28 Usuario con Powerglove

La mano maestra diestra (*Dexterous Hand Master- DHM*) no es exactamente un guante sino un dermatoesqueleto que se sujeta a los dedos con bandas de velcro. Un sensor mecánico mide la flexión del dedo. A diferencia del *Dataglove* y el *Powerglove*, el *DHM* es capaz de detectar y medir el movimiento de lado a lado de un dedo. Los otros guantes sólo miden la flexión del dedo. El *DHM* es más exacto que cualquiera de los guantes y menos sensitivo al tamaño de la mano del usuario, pero puede ser difícil trabajar con éste.

La ventaja principal de los diferentes tipos de guantes es que proporcionan un dispositivo de interacción más intuitivo que el ratón o una palanca de mando. Esto es porque los guantes permiten que la computadora lea y represente ademanes de la mano. Los objetos en el ambiente pueden por lo tanto ser "cogidos" y manipulados, el usuario puede apuntar en la dirección deseada de movimiento, las ventanas pueden ser cerradas, etc.

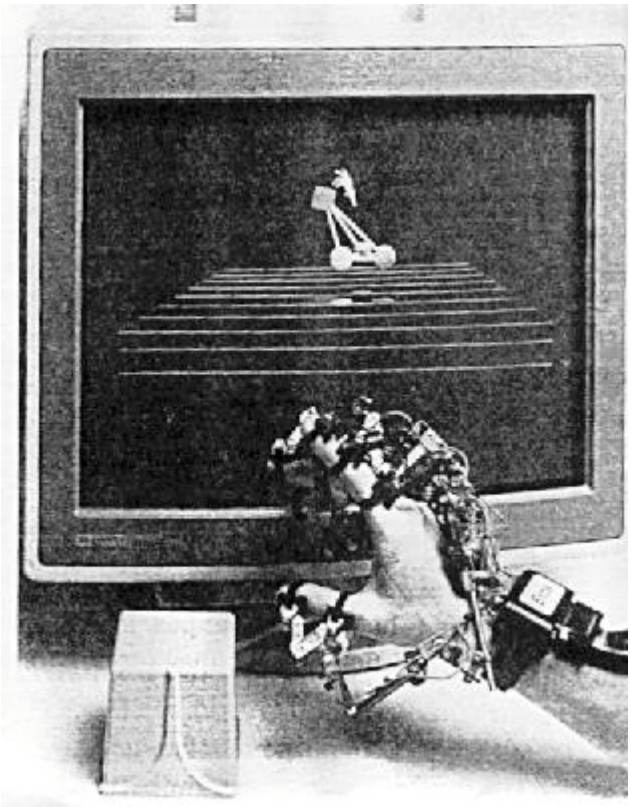


Figura 29 Dexterous Hand Master (DHM)

"Los ademanes deberían de ser naturales e intuitivos en el ambiente particular virtual. Las acciones deberían ser representadas visualmente y ser incrementales, inmediatas y reversibles para dar a una persona la impresión de actuar directamente en un ambiente". Wilson y Conway dicen que un conjunto básico de coman-

dos con ademanes para guantes ha sido desarrollado, pero es necesario más trabajo para expandir el conjunto más allá del mapeo actual simple. Otra área de mejoramiento es la retroalimentación para el usuario para ayudar la coordinación mano-ojo y retroalimentación proprioceptiva para permitir al usuario conocer cuándo un objeto ha sido cogido con éxito.

Ratones 3D

Hay varias marcas de ratones 3D disponibles, todos con básicamente la misma tecnología: un ratón o bola de posicionamiento ha sido modificado para incluir un posicionador de ubicación y orientación de alguna clase. Este ratón modificado es favorablemente familiar e intuitivo a los usuarios – simplemente empujar el ratón en la dirección que tú lo quieras mover. Sin embargo, estos ratones no son muy útiles para interacciones diferentes de la navegación y de la selección de objetos.

Palancas de Mando

La categoría final de los dispositivos de interacción es la palanca de mando flotante. Básicamente, este dispositivo trabaja exactamente de la misma manera que la palanca de mando convencional, pero no está sujeta a una base de apoyo sobre una mesa. En vez de eso, la palanca de mando está equipada con un posicionador de orientación de tal manera que el usuario simplemente sostiene éste en su mano y lo manipula. La mayoría de las palancas de mando de vuelo también tienen algunos botones sobre el poste para hacer "*clicks*" o seleccionar, similarmente a un ratón.

Dispositivos de visualización

Lentes *LCD* Resplandecientes

Los lentes resplandecientes de despliegue de cristal líquido (*Liquid Crystal Display-LCD*) tienen la apariencia de un par de anteojos. Un fotosensor está puesto en estos anteojos de *LCD* con el único propósito de leer una señal de la computadora. Esta señal le dice a los anteojos de *LCD* si le permite al lente pasar luz del lado izquierdo o derecho del lente. Cuando a la luz se le permite pasar a través del lente izquierdo, la pantalla de la computadora mostrará el lado izquierdo de la escena, lo cual corresponde a lo que el usuario verá a través de su ojo izquierdo. Cuando la luz pasa a través del lente derecho, la escena en la pantalla de la computadora es una versión ligeramente deslizada hacia la derecha. Los anteojos se conmutan de uno al otro lente a 60 Hertz, lo cual causa que el usuario perciba una vista tridimensional continua vía el mecanismo de paralaje.

Los lentes de *LCD* resplandecientes son ligeros y sin cables. Estas dos características los hacen fácil de usar. Desgraciadamente, el usuario tiene que mirar fijamente y sólo a la pantalla de la computadora para ver la escena tridimensional. Ya que el campo de vista es limitado al tamaño de la pantalla de la computadora, por lo que el medio ambiente real se puede ver. Esto no proporciona un efecto de inmersión.

Cascos

Figura 30 Usuario con casco y guante

Los cascos colocan una pantalla enfrente de cada ojo del individuo todo el tiempo. La vista, el segmento del ambiente virtual generado y presentado se controla por la orientación de los sensores montados en el casco. La computadora reconoce el movimiento de la cabeza y se genera una nueva perspectiva. En la mayoría de los casos, se usan un conjunto de lentes ópticos y espejos para agrandar la vista y llenar el campo visual y dirigir la escena a los ojos. Cuatro tipos de cascos se discutirán a continuación.

Dispositivo HMD con LCD

Este tipo de HMD usa tecnología LCD para presentar la escena. Cuando se activa un píxel de cristal líquido, bloquea el paso de luz a través de él. Miles de estos píxeles están puestos en una matriz de dos dimensiones para cada despliegue. Ya que los cristales de líquido bloquean el paso de la luz, para presentar la escena una luz debe de brillar desde atrás de la matriz *LCD* hacía el ojo para proporcionar brillantez para la escena.

El casco (*HMD*) con *LCD* es más claro que la mayoría de los *HMDs*. Como la mayoría de los *HMDs*, este proporciona un efecto de inmersión, pero la resolución y el contraste son bajos. El problema asociado con la baja resolución es la inhabilidad de identificar objetos y de localizar la posición exacta de los mismos. Ya que los cristales son polarizados para controlar el color de un píxel, la polarización real del cristal crea un pequeño retardo mientras se forma la imagen en la pantalla. Tal retardo puede causar que el individuo juzgue incorrectamente la posición de los objetos.

HMD Proyectado

Este tipo de HMD usa cables de fibra óptica para transmitir la escena a la pantalla. La pantalla es similar a un tubo de rayos catódicos (*TRC*) excepto que el fósforo es iluminado por la luz transmitida a través de los cables de fibra óptica. Idealmente, cada fibra debería de controlar un píxel. Pero debido a la limitación en el costo y fabricación, cada fibra controla una celda con varios píxeles.

El *HMD* proyectado proporciona mejor resolución y contraste que el despliegue de *LCD*. Este *HMD* es también de peso ligero. Más alta resolución y contraste significa que el individuo es capaz de ver una imagen con mayor detalle. La desventaja de este tipo de *HMD* es que es caro y difícil de fabricar.

El HMD con TRC Pequeño

Este tipo de HMD usa dos *TRCs* que son posicionados sobre el lado del *HMD*. Se usan espejos para dirigir la escena al ojo del individuo. A diferencia del *HMD* proyectado donde el fósforo es iluminado por cables de fibras ópticas, aquí el fósforo es iluminado por un rayo de electrones como es usual.

El *HMD* con *TRC* es en muchas maneras similar al proyectado *HMD*. Este tipo de *HMD* es más pesado que la mayoría de los otros tipos debido a los componentes

electrónicos añadidos (los cuales también generan grandes cantidades de calor). El usuario vistiendo este tipo de HMD puede sentirse incómodo debido al calor y al peso del HMD.

El HMD con LED de Columna Única

Este tipo de HMD usa una columna de 280 *LEDs*. Un espejo rápidamente oscila opuesto de los *LEDs*, reflejando la imagen a los ojos del usuario. Los *LEDs* son actualizados 720 veces por oscilación del espejo. Como la columna de *LED* se actualiza para cada columna de la pantalla virtual, el espejo redirige la luz al ojo del individuo, una columna a la vez, para formar la imagen de la pantalla virtual entera.

Los *HMDs* con *LED* de columna única permiten al usuario interactuar con un mundo virtual y un mundo real simultáneamente. Este tipo de despliegue puede ser usado para crear una pantalla virtual que parece flotar en el mundo real.

Uno de los problemas más comunes de los *HMDs* es que el cable conectando el *HMD* y una computadora restringe la movilidad del usuario. El usuario sólo puede moverse tan lejos como el cable lo permite. Si el cable no es manejado propiamente, el usuario puede pisarlo o enredarse en él. Además, la conmutación frecuente entre un mundo virtual y el mundo real es tediosa y cansada.

Monitor Omni-direccional Binocular (Binocular Omni-Orientation Monitor- BOOM)

El monitor omni-direccional binocular (por ejemplo, http://techinfo.jpl.nasa.gov/JPLTRS/SISN/ISSUE36/COHEN1.htm) se monta sobre un brazo mecánico articulado con sensores de posicionamiento localizados en las articulaciones. Se usa un contrapeso para estabilizar el monitor, así que cuando el usuario libera el monitor, éste permanece en su lugar. Para ver el ambiente virtual, el usuario debe sostener el monitor y poner su cara enfrente de éste. La computadora generará una escena apropiada basada en la posición y orientación de las articulaciones del brazo mecánico.

Algunos de los problemas asociados con los *HMDs* se pueden resolver mediante el uso de un despliegue *BOOM*. El usuario no tiene que vestir un despliegue *BOOM* como en el caso del *HMD*. Esto significa que cruzar la frontera entre un mundo virtual y el mundo real es cosa de mover sus ojos lejos del *BOOM*.

La Cueva (*the cave*)

Figura 31 Esquema de la Cueva

La Cueva (*The CAVE(tm)**) es un entorno de vídeo y audio 3D de alta resolución multipersonal. En la versión actual, los gráficos son proyectados por detrás en estéreo a tres paredes y el suelo, y se ven con gafas estéreo. Uno de los usuarios utiliza un sensor de posición que se mueve dentro de los limites de visualización, lo que produce una actualización de la perspectiva y de las proyecciones estéreo del entorno y las imágenes por tanto se mueven con el usuario. Por tanto las proyecciones estéreo crean imágenes 3D que parece que tienen una presencia dentro y fuera de la sala de proyección continuamente.

Para el usuario con gafas estéreo, la pantallas de proyección se vuelven transparentes y el espacio de imágenes 3D parece como si se extendiera al infinito. Por ejemplo una trama repetible se puede proyectar en el suelo y las paredes de ma-

nera como si el usuario ve un suelo continuo que se extiende fuera de la sala de proyección. Objetos de tres dimensiones como mesas y sillas parece que estén presentes dentro y fuera de la sala de proyección. Para el usuario estos objetos están realmente allí hasta que los intenta tocar o andar fuera de los límites de la sala de proyección. Como un comentario divertido, se producen golpes en las pantallas de proyección donde los usuarios han olvidado de ser cuidadosos cuando andan dentro de esos límites invisibles.

Figura 32 Usuarios en la Cueva

Específicamente, la Cueva (*the CAVE™*) es un teatro de 10x10x9 pies (3x3x2,7 metros), hecho con tres proyectores por detrás para las paredes del frente, izquierda y derecha y una pantalla de proyección para el suelo. Proyectores de color (1024x768 estéreo) a 96 Hz, que dan aproximadamente una resolución de 2,000 píxel lineales a la imagen compuesta envolvente. También existe un soporte de audio para varios usuarios que hablen. Se detecta la posición de la cabeza y la mano. Gafas estéreo se usan para separar los campos alternativos que van a los ojos. Se utiliza un supercomputador *Silicon Graphics Power Onyx* con tres motores *Infinite Reality Engines* para crear las imágenes que se proyectan en las paredes y el suelo.

Los objetivos que inspiraron la cueva fueron los siguientes:

- El deseo para imágenes en color de más alta resolución y una buena visión envolvente sin distorsión geométrica
- Menos sensibilidad a errores inducidos por la rotación de la cabeza
- La habilidad para mezclar imágenes de realidad virtual con dispositivos reales
- La necesidad para guiar y enseñar a otros de una manera razonable en mundos virtuales
- El deseo de estar conectados a la red y a fuentes de información para una mejora del diseño

"*CAVE*", el nombre seleccionado para el teatro de realidad virtual, es un acrónimo (*Cave Automatic Virtual Environment*) y una referencia al "Símil de la Cueva" que se encuentra en la obra *La República de Platón*, en la cual el filósofo explora la idea de la percepción, realidad e ilusión. Platón usa la analogía de una persona mirando el fondo de una cueva animada con sombras que son la única base para imaginar cómo son realmente los objetos.

Tecnología involucrada

Especificaciones técnicas:

- Tracker 6 DOF

- Resolución de visualización: 2500 x 2000 por pantalla
- Frecuencia de barrido horizontal: 15-130 kHz
- Frecuencia de barrido vertical: 38-180Hz
- Anchura de banda: 125 MHz
- Dimensiones: 104"H x 73.5" W x 84" D

Aplicaciones

La industria del petróleo utiliza la realidad virtual.

Con "*CAVE*", Norsk Hydro ha adquirido una herramienta efectiva que usa datos que han sido procesados previamente en revisiones sísmicas para ofrecer imágenes "reales" 3D de una reserva de petróleo.

11 Interfaces hápticas

Un problema con los sistemas actuales de realidad virtual es la falta de estímulos para el sentido del tacto. Por ejemplo, si un usuario que trata de tomar una copa virtual, no hay una manera no visual para informarle que la copa está en contacto con su mano virtual. Tampoco hay un mecanismo para no permitir a la mano virtual traspasar la copa. La investigación háptica intenta resolver estos problemas y puede ser subdividida dentro de dos subcampos, retroalimentación de fuerza (quinestésica) y retroalimentación táctil.

La **retroalimentación de fuerza** es el área de la háptica que trata con dispositivos que interactúan con músculos y tendones, y dan al ser humano una sensación de que se aplica una fuerza. Estos dispositivos principalmente consisten de robots manipuladores que proporcionan una reacción de fuerza al usuario con fuerzas correspondientes al ambiente virtual en el que está el órgano terminal.

La **retroalimentación táctil** trata con dispositivos que interactúan con los nervios terminales en la piel los cuales indican la presencia de calor, presión y textura. Estos dispositivos típicamente han sido usados para indicar si el usuario está en contacto con un objeto virtual. Otros dispositivos de retroalimentación táctil han sido utilizados para estimular la textura de un objeto virtual.

Figura 33 Guante para interacción táctil (CyberGrasp)

Los despliegues hápticos por sí solos son casi inútiles, pero cuando se usan en combinación con un despliegue visual, pueden ser mas útiles que un despliegue estereoscópico o un despliegue con múltiples puntos de vista. Batter y Brooks hicieron un experimento para probar que las interfaces hápticas realmente afectaron lo bien que un usuario pudo aprender del sistema. Experimentaron con varios grupos de una clase de Física en donde estaban aprendiendo campos electrostáticos. Al grupo experimental (grupo piloto) de la clase se le permitió usar un dispositivo de retroalimentación de fuerza en el ejercicio de laboratorio mientras que al grupo de control no se le permitió. El grupo experimental tuvo un mejor desempeño que el

grupo de control debido a su acceso al despliegue háptico en su trabajo de laboratorio.

Anatomía y Fisiología

Para diseñar correctamente una interfaz háptica para un ser humano, se deben tomar en consideración la anatomía y la fisiología del cuerpo. En la retroalimentación de fuerza, se deben considerar las proporciones y fuerzas del promedio de las articulaciones. Ya que las manos son lo mas frecuentemente usado en las interfaces hápticas, se deben considerar las propiedades de la mano cuando diseñamos una nueva interfaz. En la retroalimentación táctil, la interfaz debe seguir varias variables del sentido humano del tacto. Los dedos son una de las partes mas sensitivas de la piel, teniendo hasta un máximo de 135 sensores por centímetro cuadrado en la yema de un dedo. También, el dedo es sensitivo hasta 10,000 Hertz de vibraciones cuando siente texturas y es más sensitivo a 230 Hertz. Los dedos no pueden distinguir entre dos señales de fuerzas por encima de 320 Hertz; solo son sentidas como vibraciones. Las fuerzas sobre dedos individuales deberían de ser menos de 30-50 N en total. Para el "usuario promedio", el dedo índice puede ejercer 7 N, el dedo medio 6 N y el dedo anular 4.5 N sin experimentar molestia o fatiga.

Estudios muestran que hay una fuerte relación entre las sensaciones sentidas por una mano humana, tal como un objeto deslizándose, y los movimientos que la mano estaba haciendo para adquirir ese conocimiento, tal como sostener un aparato experimental. El sistema humano háptico está construido de dos subsistemas, el subsistema motor y el subsistema sensorial. Hay una fuerte relación entre los dos sistemas. A diferencia del sistema visual, no es solamente importante lo que el sistema sensorial detecta sino qué movimientos fueron usados para obtener esa información.

Los seres humanos usan dos diferentes formas de exploración háptica: la activa y la pasiva. La **exploración háptica activa** es cuando el usuario controla sus propias acciones. La **exploración háptica pasiva** es cuando la mano o el dedo del usuario es guiado por otra persona. Cuando el usuario asume el control frecuentemente hace errores y se ha apreciado que muchas formas pueden ser identificadas mas rápidamente con exploración háptica pasiva. Experimentos comparando la exactitud de las estimulaciones táctiles activas contra las pasivas muestran que las hápticas pasivas son más exactas en identificar formas como un todo. Cuando el dedo de un sujeto era guiado alrededor de un objeto de dos dimensiones, tal como el perfil de un cisne, ellos tuvieron mayor probabilidad de identificar el objeto. Algunos estudios sugieren que los observadores activos hacen "errores" con mayor distracción y pueden tener dificultad al diferenciar entre las trayectorias de exploración erróneas y correctas.

Cuando se es enfrentado a una tarea multidimensional, tal como mover un objeto en un espacio de tres dimensiones, estudios en la Universidad de Carolina del Norte en la ciudad de Chappel Hill han mostrado que los usuarios descomponen la tarea en una serie de problemas de una o dos dimensiones. Ellos moverían un objeto en el plano *x-y* antes de moverlo a su posición final en la dirección *z*. Esta descomposición dimensional pudo ser debido al experimento particular, o pudo sostener una pista de cómo la gente piensa acerca de tareas multidimensionales.

Otro factor importante en sistemas de realidad virtual es la situación cuando una pista visual y una pista háptica están en contradicción. La pista visual típicamente se impone la pista háptica. Este hecho pudiera ayudar a resolver "el problema de la pared rígida" el cual es el siguiente. Es muy difícil crear una máquina que correctamente simulará el encuentro de un objeto virtual con un objeto duro no movible. Si al usuario se le presenta con una pista visual que le indica que el órgano terminal ha alcanzado una superficie dura, no obstante la interfaz háptica no reconoce la fuerza de una superficie dura y rígida, sino una aproximación lineal de la ley de Hooke, el usuario puede ser engañado pensando que la pared virtual era rígida.

Dispositivos

CyberTouch

CyberTouch es un dispositivo háptico que se caracteriza por pequeños estimuladores vibrotáctiles para cada dedo añadido a *Cyberglove*. Cada estimulador puede ser programado individualmente para variar la fuerza de la sensación de tacto. El conjunto de estimuladores pueden generar sensaciones simples como impulsos o vibraciones sostenidas y se puede usar en combinación para producir conjuntos de realimentación táctil complejos. Los desarrolladores de software pueden diseñar su propio perfil de actuación para conseguir su sensación táctil deseada, incluyendo la percepción de tocar un objeto sólido en un mundo virtual simulado. *CyberTouch* como una opción para un sistema de realimentación táctil es esencial para cualquiera que quiera utilizar las manos para interaccionar con objetos en un mundo virtual y es un producto que nos deja sentir un objeto virtual y saber que lo tienes en la mano sin necesidad de mirar.

Figura 34 Interacción por medio de CyberTouch

CyberGrasp

CyberGrasp (ver Figura 33) permite a los usuarios de *CyberGlove*® "tocar" objetos generados por ordenador y experimentar realimentación realística de fuerza a través de la interfaz más natural posible, la mano. *CyberGrasp* es un exoesqueleto ligero no obstructivo que refleja fuerza, que se pone sobre *Cyberglove* y añade una realimentación resistiva de fuerza a cada dedo. Con este sistema los usuarios pueden explorar las propiedades físicas de objetos generados en 3D y manipularlos en un mundo virtual simulado.

Las fuerzas relacionadas con coger objetos se ejercen a través de una red de tendones que se transmiten a las puntas de los dedos a través de un exoesqueleto y se pueden programar para evitar que los dedos del usuario penetren o aplasten un objeto virtual. Los tendones vaina están diseñados específicamente para una comprensibilidad y una fricción baja. Los actuadores son motores de corriente continua puestos en una parte de la mesa. Hay cinco actuadores, uno para cada dedo.

El dispositivo ejerce fuerzas de tipo cofer que son perpendiculares a las puntas de los dedos a través de una serie de movimientos posibles y fuerzas que se pueden especificar individualmente. *CyberGrasp* permite un movimiento completo de la mano y no obstruye el movimiento del que lo lleva. El dispositivo es totalmente ajustable y diseñado para poder ser adaptado a una amplia variedad de manos.

Aplicaciones

CyberGrasp ofrece grandes posibilidades de aplicaciones para el mundo real, incluyendo aplicaciones médicas, entrenamiento y simulación virtual, diseño asistido por ordenador, manipulación virtual y manipulación remota de materiales peligrosos.

Especificaciones técnicas

Fuerza continua máxima:	12 N por dedo
Resolución de fuerza:	Resolución de 12 bits

Peso (excepto CyberGlove):	350 g
Espacio de trabajo:	Hemisferio con radio de 1 metro
Interfaz con el ordenador:	RS-232 y Ethernet soportados

Requisitos

1) Se necesita un *CyberGlove* de 22 sensores para usar *CyberGrasp*.
2) Un sensor de posiciones de 6 DOF. Los sistemas válidos en la actualidad son:
   - Ascension Flock of Birds™
   - Polhemus Fastrak® e Isotrak II®

12 Realidad aumentada

Intenta aumentar la información del mundo real, añadiéndole información gráfica y textual, para resaltar datos o recabar información sobre el entorno. Es la combinación de gráficos 3D y texto superpuesto sobre imágenes y vídeo reales en tiempo real. La realidad Aumentada es una tecnología en la cual la realidad es realzada mediante el uso de información instructiva de objetos o datos. El usuario obtiene información visual suplementaria, y ésta puede ser dibujada a partir de objetos en la realidad, por ejemplo una pieza especifica de un computador o la base de datos que corresponde a éste.

Figura 35 Características de una CPU vistas desde una lente de cristal de realidad aumentada

La tecnología actual permite el desarrollo de herramienta, dejando atrás manuales, mapas y otros tipos de información de apoyo para el trabajo en terreno. Por ejemplo, un profesional del área de la geología, puede hacer su trabajo en terreno sin tener que interpretar una mapa geológico, solamente utilizará unos lentes de cristal líquidos y accederá de esta forma a la información que requiere.

La realidad aumentada puede hacer uso de los mismos dispositivos utilizados para ambientes virtuales.

13 Pantallas táctiles

Las pantallas táctiles permiten al usuario apuntar y seleccionar objetos en la pantalla utilizando el dedo, y por tanto son mucho más directas que el ratón (son, a la vez, entrada y salida).

Figura 36 Interacción por medio de pantalla táctil

Las hay de diferentes tipos, con matrices de haz de luz que el dedo interrumpe, cambio en las capacidades de una reja superpuesta en la pantalla o por reflexiones ultrasónicas. El usuario indica exactamente el ítem que quiere apuntando con el dedo, por esto es un dispositivo directo que no requiere una asociación para relacionarlos.

La pantalla táctil es especialmente interesante porque no precisa de un dispositivo apuntador y por tanto es muy intuitiva. Uno de las aplicaciones más importantes es para terminales de uso para gran público. En cuanto su posición ideal, ésta es aproximadamente 15º levantada del plano horizontal.

Las ventajas de las pantallas táctiles más reseñables son su gran facilidad de aprendizaje, no requieren espacio adicional, no tienen partes móviles y son durables.

Con respecto a sus desventajas, se aprecia que usar el dedo puede dejar marcas de grasa en la pantalla, su uso continuado es muy pesado, pero quizá el principal problema sea la poca precisión en determinadas tareas como el dibujo.

Ejemplo de uso de las pantallas táctiles:

- Kiosk
- NetKiosk
- Aplicaciones que usan táctiles: cajeros automáticos, puntos de información, etc.
- Tareas de selección de menús.
- Aplicaciones en donde apartar la mirada de la pantalla puede ser peligroso o consuma mucho tiempo, como las tareas de control del tráfico aéreo.

14 El lápiz

Este dispositivo consiste en un objeto punzante que se conecta al ordenador. Principalmente se utiliza para seleccionar objetos en la pantalla o para realizar algún trazado. En un extremo suelen tener un botón para realizar la selección del objeto. Más intuitivos que los ratones, su ámbito de aplicación es también más reducido.

Figura 37 Uso del lápiz en una agenda portátil

El lápiz tiene un fotodetector en la punta que detecta la luz emitida desde el píxel donde se posiciona sobre la pantalla. Al pulsar un botón, como está conectado al circuito de barrido de la pantalla, se puede determinar las coordenadas de la pantalla sobre las que está apoyado el lápiz cuando se detecta el refresco del píxel.

Puede haber problemas cuando el píxel sobre el que se coloca el lápiz no está iluminado. El haz de electrones sobre un punto no iluminado está deshabilitado, por lo

que el fotodetector del lápiz se puede ver incapaz de detectar su presencia. Para evitar este caso, pueden tomarse varias alternativas:

- Usar siempre el lápiz para seleccionar un objeto encendido, a modo de menús distribuidos sobre la pantalla.
- Utilizar el lápiz para controlar un cursor que le sigue como si fuera un ratón. Presenta el inconveniente de que no se puede separar el lápiz de la pantalla.
- Iluminar la pantalla cada vez que se pulsa el botón del lápiz para evitar los puntos no iluminados.

Figura 38 Ejemplo de lápiz

La primera ventaja del lápiz no es su habilidad para escribir, sino su habilidad para apuntar, para manipular la interfaz sin necesidad de una superficie donde poner el dispositivo. El lápiz permite movilidad y ésta abre nuevas perspectivas a la interacción con los ordenadores. Cualquier usuario que recoge información mientras camina, por ejemplo, es un candidato para el uso de ordenadores con lápiz. Lápiz, ratón, teclado y voz coexistirán en el ordenador sin el predominio de ninguno. El dispositivo se seleccionará basado en aplicaciones y preferencias personales.

Por el contrario, levantar el lápiz para que contacte con la pantalla puede provocar fatiga y puede no dejar ver lo que aparece en pantalla, en combinación con la mano que lo sujeta.

El hardware lo permite

La tecnología de digitalización hace que el ordenador con lápiz funcione. Un digitalizador es una reja plana, capaz de generar coordenadas x, y cuando un lápiz se sitúa encima o muy cerca. Un lápiz está cerca cuando el digitalizador es capaz de detectarlo.

El lápiz produce una interrupción y la tinta digital puede o no aparecer. Si tocas el lápiz en una región en que una aplicación acepta la escritura, tal como un campo de datos, los *drivers* del dispositivo de vídeo hacen la magia de hacer aparecer la tinta digital en la pantalla. Si el lápiz toca un control como un botón, que no espera escritura o comandos de gestos, no se genera tinta. En este caso la aplicación reconoce al lápiz como un dispositivo apuntador.

Mas allá del hardware especial para la entrada del lápiz, los sistemas con lápiz son prácticamente iguales a los ordenadores portátiles convencionales.

Tinta digital, gestos y Jot

La entrada con lápiz tiene dos componentes, escritura manual y gestos. La tinta digital es escrita y se guarda en una estructura de datos. Los gestos son símbolos escritos que funcionan como comandos de aplicación. Por ejemplo, escribir y rodear la letra H hace que se esconda la ventana donde está dibujada.

La tinta digital requiere una estructura de datos para almacenar la escritura manual y un API para manipularla. La tinta digital es mucho más que un simple *bitmap*, por ejemplo la orden de trazado y el tiempo en que se ha escrito forman parte de la estructura de datos.

Jot

Jot es un estándar de intercambio de tintas. La tinta es la información que el ordenador con lápiz captura cuando escribes en él. El digitalizador captura las pulsaciones y las visualiza en la pantalla, imitando como un lápiz deja su marca en el papel. Lo que se escribe (sean textos o formularios), se ha de guardar como tinta y posteriormente se puede convertir en texto u objetos gráficos.

Un punto importante es que la tinta no es solamente datos de *bitmap*. A pesar de que la tinta se representa como un *bitmap* cuando se visualiza en la pantalla el tipo de dato tinta guarda mucha más información que las coordenadas x, y de los píxeles. La tinta incluye los golpes del lápiz, el tiempo, la presión utilizada para crear cada golpe, el color, el ángulo del lápiz y la posición relativa y la escala, la dirección y los movimientos del lápiz.

Jot es un raro ejemplo en la industria de establecer un estándar con anticipación a las necesidades del cliente. *Jot* es un estándar de facto disponible.

Figura 39 Lápiz y agenda

Tecnología de reconocimiento de escritura manual

La traducción de tinta a texto ha sido un problema para la industria del lápiz. Sobrevalorada como una cosa mágica, los motores de traducción de escritura manual actual ha dejado a mucha gente preguntándose si alguna vez funcionaría.

El reconocimiento de escritura manual es difícil de implementar y los investigadores y las compañías utilizan diferentes estrategias para hacer el reconocimiento.

La escritura manual es continua o discreta. En el caso de continua es una mezcla de caracteres escritos o discreta que quiere decir que escribes una letra y entonces levantas el lápiz antes de formar más letras. Cada tipo de escritura tiene una aproximación diferente.

Algunos productos utilizan el modelo matemático de Horabach que define un conjunto de movimientos simulados de la mano basados en movimientos circulares. Esta aproximación es especialmente buena con letra cursiva pero ya no funciona tan bien en letras mayúsculas impresas porque este tipo de escritura no se basa en movimiento de lápiz cíclicos.

Otros utilizan una aproximación más intuitiva que involucra plantillas y tramas. En este método el reconocedor trata de comparar uno de los 8 esquemas básicos con las marcas que se han de reconocer. Estos a su vez se subdividen en 20 ó 30 subalfabetos que se utilizan para hacer un *mapping* de entrada a alfabetos específicos del lenguaje durante el proceso de reconocimiento.

Independientemente de la aproximación utilizada, el reconocedor de escritura manual se presenta de dos maneras: entrenables y no entrenables. Un reconocedor entrenable es el que puede ser entrenado por un usuario.

15 Webcam

Figura 40 Ejemplo de *Webcam*

Las *Webcams* son pequeñas videocámaras diseñadas para el PC que digitaliza la imagen y la emite a través de Internet, por lo que una *Webcam* será uno de los dispositivos más importantes del milenio entrante.

Partes Básicas

El sistema de captura, digitalización y emisión se compone de tres partes básicas:

- **Cámara**: una cámara de vídeo (aficionado o profesional) con la norma y formato adecuados a las características de captura con el PC.
- **Tarjeta digitalizadora (*Frame Grabber*)**: ya sea implementada en la propia cámara o instalada en un ordenador personal común, recibe la imagen captada por el objetivo y digitaliza los *frames* que ésta envía. Debido a la escasa capacidad de proceso de ciertas cámaras y tarjetas, esta captura se establece en torno a los 15 y los 20 fps (*frames per second*), lo que provoca la ralentización característica del vídeo.
- ***Software***: Controla la tarjeta o chip digitalizador correspondiente. El programa transfiere una orden de captura a la cámara, ésta recibe el intervalo de apertura del objetivo y devuelve una señal digital con la información en un formato compatible con los *browsers* de Internet (.GIF o.JPG). Este archivo o archivos (en el caso de una imagen secuencial), se transmiten vía FTP al servidor que se encuentra conectado a Internet.

Conexiones y formatos

Los tipos de transmisión de imágenes en vivo son muy variados. Existen diversos estándares de envío e imagen adecuados a las prestaciones de cada equipo.

- H.320, diseñado para RDSI, es un sistema muy veloz para usuarios profesionales.
- H.323 trabaja de la misma forma, aunque la conexión que requiere es TCP/IP. Es la más utilizada en el ámbito doméstico.

- 1-1.324 es una vanguardista tecnología para comunicación por telefonía móvil aún en desarrollo.

Las transferencias de imagen secuencial se rigen por varios protocolos:

- CIF (*Common Intermediate Format* o Formato Intermedio Común), de 352x288 ppp, el más común.
- QCIF (*Quarter CIF*), de 176xl44 ppp,
- OCIF, de 128x96 ppp,
- 4CIF, de 704567 ppp y/o
- 16CIF, imagen de alta resolución en 1408x1 152 ppp.

Recomendaciones para distintos usos

Al igual que existe un ordenador para cada tipo de usuario, existen *Webcams* adaptadas a las exigencias de tres perfiles destacados en el mundo de la imagen sintética.

Cámaras *Plug & Play*

La cámara *Plug & Play* es la típica cámara para usuario doméstico, que puede adquirirse en cualquier tienda de informática o grandes almacenes. Destaca por su precio y facilidad de instalación; sin embargo ofrece ratios de captura de imagen mucho más bajos que las cámaras conectadas a tarjetas PCI de videocaptura.

Esto se debe a su ciertamente socorrida conexión, que se realiza a través del puerto serie, paralelo o USB. De estos tres tipos, USB es el más recomendable. Su expansión lo atestigua, ya que actualmente existen alrededor de 129 cámaras de distintas marcas con esta conexión, las cuales facilitan una pronta configuración y proveen de más rapidez en el ratio de captura. Está más indicada para la captura de imágenes que para la transmisión de vídeo, pues raramente alcanzan los 15 fps reales.

- Pros: su precio y facilidad de instalación.
- Contras: la calidad de imagen no es lo suficientemente profesional.

Captura y edición de vídeo profesional

En el sector de la captura y edición de vídeo de alta resolución se encuentran las cámaras semiprofesionales y profesionales, ambas con altos ratios de captura (20-25 imágenes por segundo). Las cámaras utilizadas para dichas tareas son las mismas que se utilizan en el ámbito doméstico (para la grabación de bodas o vacaciones) y el semi-profesional (utilizadas en el cine independiente, por ejemplo).

Además del dispositivo de captura, se necesita una tarjeta ISA o PCI conectada al PC que reciba, procese y digitalice las señales provenientes del dispositivo. Últimamente están apareciendo ciertos modelos de capturadoras que incorporan una conexión al puerto USB o, en su defecto, al puerto paralelo (como es el caso de *Snappy* y *QuickClip*), alternativas algo más en su proceso, pero que ocupan un *slot* PCI. Otro punto a tener en cuenta es la compatibilidad requerida entre el dispositivo de captura y la tarjeta del ordenador (NTSC para Estados Unidos y Japón, SECAM para Francia y PAL en Europa).

Las videocámaras con captura o VCC son, en definitiva, dispositivos para usuarios avanzados que desean una edición o videoconferencia con una calidad profesional.

- Pros: la calidad de imagen obtenida absolutamente profesional.
- Contras: el gasto y consumo es muy superior. La manejabilidad queda muy reducida.

Cámaras especiales *NetWork*

Desde mediados de la década de los 90 se puso en marcha el lanzamiento de un nuevo tipo de cámaras, las Netcámaras, limitadas en su expansión comercial por su precio como por sus prestaciones. Estos dispositivos tienen la propiedad de conectarse a una red y transmitir imágenes sin necesidad de configurar el equipo para ello. Son, por lo general, bastante caras, aunque algo más baratas si se tiene en cuenta el precio en conjunto del ordenador, la videocámara y la tarjeta de captura.

Ofrecen una excelente calidad, tanto en imagen como en ratios de captura y únicamente se necesita de una conexión *LAN* o línea telefónica para capturar las imágenes que la cámara emite. Debido a su nulo mantenimiento y la posibilidad de ubicación en cualquier lugar, es una buena alternativa para sistemas de seguridad, mantenimiento o supervisión y su implantación en la red de carreteras del Estado se está produciendo con mayor celeridad en los últimos meses.

- Pros: su conexión es rápida y únicamente necesita una conexión Internet/Intranet.
- Contras: no está dirigida al usuario doméstico, aunque éste sí puede hacer acopio de sus servicios.

16 Rastreo ocular

Introducción

El ojo humano siempre ha sido objeto de numerosos estudios con el propósito de describir su funcionamiento. Desde la antigüedad numerosas teorías pretendían explicar su funcionamiento basándose en suposiciones resultado de teorías no probadas sacadas de las mentes más imaginativas, así hasta los métodos científicos actuales. El estudio de los movimientos voluntarios e involuntarios del ojo humano, junto a su estructura y funcionamiento, ha dado la posibilidad de que determinados dispositivos experimentales vieran la luz hace algunos años con el objetivo de utilizar los ojos como una herramienta más de interacción.

El *Eye Tracking* o rastreo ocular siempre ha estado considerado como una técnica muy cara y, quizás, hasta algo esotérica, pero en la actualidad, y gracias al trabajo de investigación y desarrollo realizado en todo el mundo, los *Eye Trackers* o rastreadores de ojo son cada vez más accesibles económicamente y más prácticos. Salvando la impresión inicial que pueden producir esta clase de aparatos, los *Eye Trackers* pueden llegar a ser muy útiles en un futuro quizás no muy lejano. Los primeros beneficiados son, obviamente, las personas con alguna clase de discapacidad.

Funcionamiento

A pesar de existir métodos alternativos, la gran mayoría basa su funcionamiento en la técnica centro pupilar/reflexión corneal (pupil center/corneal reflection o PCCR). El ojo es iluminado por un haz infrarrojo emitido por un diodo LED de baja frecuencia. Este haz se refleja en la córnea y aparece en la superficie del ojo (el llamado punto especular).

Una videocámara sensible a los infrarrojos va recogiendo las imágenes del ojo. El haz y su reflejo corneal solo distan muy pocos milímetros, por tanto la cámara debe ser muy precisa, estar perfectamente enfocada hacia el ojo y tenerlo muy bien encuadrado para tener una pequeña tolerancia a los pequeño movimientos de la cabeza del usuario. A partir de estas imágenes un ordenador calcula la posición del centro de la pupila, y usa el vector que va desde el centro de la pupila hasta el reflejo corneal del haz infrarrojo para calcular la dirección de la mirada.

Una derivación de este método es el llamado *bright pupil method* o método de la pupila brillante. Se basa en el método *hot pupil center* para determinar el centro de la pupila (*hot pupil* es el efecto causante de la aparición de ojos rojos en ciertas fotografías hechas con flash). La luz se refleja en la retina y es reflejada fuera del ojo, en la dirección de la fuente de luz. Si la fuente de luz está lo suficientemente cerca del camino óptico de la cámara, ésta verá el reflejo y el ojo tendrá el centro de la pupila brillante. Aplicando esta teoría al estudio del *Eye Tracking*, esto significa que el LED debe ser colocado en el centro de la lente de la cámara.

Este método proporciona un mejor contraste en sitios cerrados donde hay una luz ambiental infrarroja limitada.

Según Mulder, Hallet (1986) sugiere los siguientes requerimientos para un sistema de rastreo de movimiento ocular:

- Precisión: > 1% o unos pocos arcmin.
- Resolución: 1 arcmin o 1 arcmin/s.
- Rango: De 1 arcmin hasta 45 grados (deg).
- Rango dinámico: De 1 arcmin/s hasta 800 grados/s.
- Nivel de sampleo: > 200 Hz (permite rastreo de movimientos a100 Hz).
- Latencia: < pocos ms (lo suficientemente pequeño para permitir la estabilización de la imagen retinal).
- Independencia de los movimientos de la cabeza y de la traslación del ojo.
- Extensiblidad para grabar binocularmente.
- Compatibilidad con el rastreo de movimiento de la cabeza y otras partes del cuerpo.
- Independencia del sujeto que lo use.
- Disponibilidad de un campo de visión no obstruido con buen acceso a la cabeza y cara.
- Método de medida sin contacto físico.

Problemas y limitaciones

Una de las grandes limitaciones de esta tecnología es su intolerancia al movimiento de la cabeza. Para que el ordenador proporcione una estimación precisa razonable de la dirección, la cámara debe hacer un zoom en el ojo hasta que el área de visión sea de un cuadrado de 2-3 pulgadas de lado. El ojo del usuario no debe abandonar esta región, por lo que fija el límite en el movimiento que al usuario le está permitido hacer.

Existen, no obstante, mecanismos que permiten fijar la cámara a la cabeza del usuario, por lo que el movimiento relativo de la cabeza es considerablemente menor.

Según MULDER, otros posibles errores pueden ser:

- Retardos en la transmisión de datos (lag): Inevitablemente se tarda un tiempo finito en samplear y transmitir datos desde cualquier aparato. Esto es un gran problema en el rastreo ocular, en el que, teniendo en mente la velocidad de los movimientos del ojo humano, retrasos de incluso milisegundos pueden producir una inestabilidad perceptual cuando se une a retrasos en la representación.
- Ángulos límites: Si se quiere averiguar dónde está mirando alguien con detenimiento, la geometría es obviamente crítica y unos pocos arcminutos pueden significar una gran diferencia en cuanto a estimación. Esto, por tanto, nos hace ver un considerable problema en cuanto a la precisión de las tecnologías actuales de rastreo.

Teniendo en cuenta la naturaleza intrusiva del sistema del rastreo ocular, en cuanto a que se introduce en el ojo un haz infrarrojo, se podría pensar en los posibles ries-

gos que esto puede causar. *VisionControl* expone en una de sus páginas web que los estudios llevados a cabo en la Escuela de Biociencia de la Universidad de Westminster demostraron que los niveles de infrarrojos en la córnea y en la retina están significativamente por debajo del máximo permitido.

Debido a esta naturaleza intrusiva, también se dan casos de fatiga visual, sobre todo en las fases de entrenamiento y adaptación de los usuarios con el sistema de interacción, pero según se van avanzando fases del entrenamiento esta fatiga aparece cada vez más tarde. La media suele estar en unos 30 minutos.

Por último hay que tener en cuenta que nuestros ojos funcionan todo el tiempo, incluso cuando no queremos que el ordenador haga nada. Según NIELSEN, es imposible distinguir las veces que los usuarios quieren decir o hacer algo con una mirada de las veces que simplemente están mirando alrededor o descansando la vista. Como mínimo el ordenador podría asumir que los usuarios tienden a mirar más detenidamente cosas que les interesan que cosas de las que no están interesados. Esta propiedad está siendo usada en algunos sistemas como *The Little Prince* (*The Little Prince* es una especie de historia interactiva basada en el personaje creado por Antoine De Saint Exupéry 'El Principito' en el que se presentan objetos por pantalla y se nos va relatando la famosa historia. Si el usuario presta atención por ejemplo a una caja, se empezará a hablar acerca de la caja, describiéndola y mostrando su interior, si presta atención al grupo de cajas, se empezará a describir el grupo de cajas...).

Futuras investigaciones

Las futuras investigaciones apuntan, sobre todo, a una independencia del rastreo ocular respecto del movimiento de la cabeza. También parece que se encamina a resolver el problema de cuándo el usuario mira algo con la finalidad de interaccionar con él o sólo lo observa.

Respecto a este problema, ARNE JOHN GLENSTRUP y THEO ENGELL-NIELSEN, en una excelente tesis acerca de los aparatos controlados ocularmente, sugieren investigar en lo que denominan *Interest and Emotion Sensitive media* (IES), o dispositivo sensible a intereses y emociones. Según esto, la IES explotaría la dirección de la visión del espectador y otras medidas afectivas para determinar el efecto de los guiones de una película IES. A pesar de que el IES esté dirigido al medio del cine, puede ser muy útil en cuanto a tener alguna medida que nos indique cuán interesante le parece al usuario un objeto y si está dispuesto a interaccionar con él.

Los equipos de rastreo ocular deberán ser capaces de rastrear varias personas simultáneamente; una interfaz de un solo usuario es correcta, pero la gente trabaja junta, ve la televisión junta, etc.

También deberán ser capaces de identificar a la persona rastreada, por ejemplo por patrones de reconocimiento del iris. Resulta curioso que en la actualidad no haya ningún sistema de rastreo ocular que lo implemente, teniendo en cuenta que el reconocimiento de iris humano es una tecnología ya conocida y experimentada. Se podría implementar, también, una base de datos con las características y preferencias de cada individuo.

"¿Quizás nos estamos acercando demasiado a esa famosa frase de GEORGE ORWELL 'el Gran Hermano te vigila'? El rastreo de teclados ha sido empleado para monitorizar a los empleados al cargo de cajas registradoras en EEUU. ¿Hay alguna diferencia entre rastrear teclados en las cajas registradoras y el rastreo ocular en los monitores de ordenadores? Si se consigue el permiso para hacer esto, una gran cantidad de gente estará controlada en el futuro. ¿Será esto un problema?" (GLENSTRUP & NIELSEN).

Un área donde los rastreadores oculares pueden llegar a ser muy útiles es en tareas de vigilancia donde, habitualmente, se debe controlar el sistema entero y además los pequeños detalles simultáneamente. Con este dispositivo se tendría acceso a la gran cantidad de información a controlar de una manera rápida y preci-

sa. Aparte, monitorizando el número de parpadeos y el tamaño de la pupila el sistema podría hacer sonar una señal de alerta si los encargados empiezan a sentirse muy cansados para realizar su cometido. Incluso operar un teléfono resulta mucho mas sencillo empleando un rastreador ocular, sólo siendo necesario mirar los números a marcar.

No podemos olvidar los grandes beneficiados por este sistema de interacción: las personas discapacitadas. Gente con parálisis cerebral, esclerosis múltiple, con problemas vocales, daños permanentes en la columna vertebral e incluso con el síndrome de Werdnig-Hoffman verán como su vida puede volverse un poco más fácil con la ayuda de estos aparatos que, de hecho, ya están siendo usados con este fín.

Algunos modelos comerciales.

1) *Vision Key* (H.K. Eyecan Ltd.)

Consiste en un teclado operado por el movimiento ocular. Se compone de un rastreador ocular combinado con un teclado virtual de 49 posiciones. Dirigiendo un ojo, el usuario "teclea" caracteres o comandos en el teclado virtual que ve. Los caracteres tecleados pueden ser visionados en el display de la Unidad de Control o en un monitor de ordenador.

Requisitos:

- Visión y control de su posición en al menos un ojo.
- Habilidad de leer.
- Habilidad cognitiva básica para implementar el proceso de selección.

2) *The Eyegaze System* (LC Technologies, Inc)

Basado en el método de la pupila brillante o *bright pupil method*, este modelo no requiere de aparatos unidos a nuestra cabeza o cuerpo, pero es más sensible a los movimientos de la cabeza. La manera de operar el *Eyegaze System* es mirando unas teclas rectangulares que hay en la pantalla del monitor. Para pulsar una tecla el usuario la mira durante un período de tiempo específico. La duración del período, típicamente una fracción de segundo, es ajustable.

3) *VCS* (*Vision Control Systems*)

Este sistema se basa en la técnica centro pupilar/reflexión corneal. Es el modelo comercial más compacto y más versátil. Aparte de sus características habituales en dispositivos de esta clase, este modelo tiene una posibilidad bastante peculiar. Se le puede añadir un acople, de venta por separado, llamado *Testimony*, el cual tiene la capacidad de grabar con una cámara de vídeo lo que estamos mirando en un instante concreto o durante un determinada fracción de tiempo. El método empleado se basa en sincronizar el campo de visión de la cámara con los datos que le suministra el VCS en cuanto a dirección de mirada, etc.

17 Escáner

Un escáner o digitalizador de imagen es un dispositivo de entrada que toma sus entradas de forma gráfica. La imagen es digitalizada y convertida a un mapa de bits que se almacena para su posterior procesamiento. Los escáneres son útiles en un conjunto muy extenso de aplicaciones y por ello se han diversificado para cumplir mejor las exigencias de cada una de ellas. Por ejemplo, se pueden utilizar como reconocedores ópticos de caracteres (OCR), que consiste en interpretar una imagen digitalizada de un texto y traducirla a código ASCII. Hay que señalar que hoy en día se está dedicando un gran esfuerzo en investigación en el área de OCR.

Figura 41 Ejemplo de escáner

Los digitalizadores más comunes son los siguientes:

- Digitalizadores a base de tubos de rayos catódicos (TRC): Se hace uso de un TRC para hacer incidir un haz de luz sobre la superficie a digitalizar. Un fotodetector mide la intensidad de luz reflejada y la convierte en tecnología digital para almacenarla en un fichero. Es un tipo un tanto obsoleto.
- Digitalizadores de impresora: Se coloca un pequeño detector en el cabezal de impresión de una impresora *raster* capaz de imprimir en modo gráfico. La impresora se programa para que imprima una imagen en blanco sobre la zona que se quiere digitalizar y, mientras se va imprimiendo, se va leyendo la información. Es un escáner de bajo coste.
- Digitalizadores de tambor: Capaces de digitalizar transparencias y material reflectivo. Pueden trabajar con tamaños desde los 35 mm hasta paneles de 16 pies por 20 pulgadas con resoluciones de más de 400 ppp (puntos por pulgada).
- Digitalizadores de documentos compactos: Diseñados para aplicaciones de reconocimiento automático de caracteres y de manejo de documentos.
- Digitalizadores para fotografías: Funcionan desplazando una fotografía sobre una fuente fija de luz.
- Digitalizadores de transparencias: Se utilizan para digitalizar elementos transparentes o translúcidos. Su funcionamiento se basa en pasar luz a través de la transparencia en vez de reflejarla.
- Digitalizadores de mano: Son capaces de leer una pequeña fila del documento en cada instante. Para recoger una página completa se pasa manualmente el escáner sobre toda su superficie y después se reagrupan las imágenes en un único fichero. Pueden escanear imágenes no planas e incluso muy largas de forma rápida. No tienen buena calidad. Es el más económico.
- Digitalizadores de tableta: Los más utilizados por su versatilidad, capturan fotografías y dibujos en color, páginas de libros y revistas e incluso son capaces de capturar películas fotográficas transparentes. Miden la intensidad y el color de una serie de puntos recogidos en un rectángulo.
- Digitalizadores 3D: Se utilizan para figuras tridimensionales, utilizando una cámara digital. Proporcionan imágenes digitales 3D. Son muy caros y específicos.

Funcionamiento

El escáner convierte la luz en datos digitales. Todos usan el mismo principio de reflexión o transmisión de la luz: la imagen se coloca debajo del cabezal lector (una fuente de luz y un sensor que mide la cantidad de luz reflejada o transmitida). Después, la información analógica se convierte en digital utilizando un conversor analógico/digital (conversor A/D).

El sensor de luz suele ser un dispositivo CCD (*Charge Coupled Device*) que convierte la intensidad de luz en un voltaje proporcional. El cabezal monta una tira con

miles de estos elementos. El escáner emite luz sobre tres filtros (rojo, verde y azul) y la luz reflejada en el documento a digitalizar es dirigida hacia la tira de sensores por medio de un sistema de espejos y lentes. El CCD actúa como un fotómetro que produce un voltaje que posteriormente se convierte en información digital.

Hoy en día también se utiliza la tecnología CIS que usa bancos de *leds* de color rojo, verde y azul que producen luz y sustituye los espejos y las lentes por una fila de sensores en una zona muy cercana a la imagen. Como resultado, el digitalizador es mucho más delgado y ligero, de menor consumo y más barato, aunque la calidad es inferior a la de los digitalizadores convencionales (sólo trata imágenes totalmente planas).

La fuente de iluminación ideal es la incolora, aunque para documentos de texto se utiliza una fuente roja, para fotografías en blanco y negro, una verde y para imágenes en color, los tres colores básicos.

Parámetros de un digitalizador

La calidad de un escáner viene determinada por los siguientes parámetros:

- La resolución:

  Mide el grado de detalle que el escáner es capaz de distinguir. Se mide en puntos por pulgada y se necesita un dispositivo CCD por cada punto. Si el escáner tiene una resolución de 600 ppp y es capaz de capturar documentos de 8,5 pulgadas de anchura, se necesitan 5100 CCD. El cabezal se monta sobre un soporte móvil que se desplaza a lo largo del documento en intervalos pequeños. El número de CCD's en el cabezal indica la tasa de muestreo en dirección horizontal mientras que el número de intervalos que se realizan en una pulgada indica la tasa de muestreo vertical. Normalmente, estos parámetros sirven para tener una referencia sobre la resolución del escáner, aunque la verdadera resolución la marca la capacidad del escáner en detectar los detalles de los objetos, y viene dada por la calidad de los elementos electrónicos, las lentes, los filtros, el control del motor paso a paso, además de la tasa de muestreo. Los digitalizadores actuales utilizan una técnica de interpolación para conseguir mejorar la resolución, usando métodos hardware y software para adivinar valores intermedios (la media de los valores que rodean al punto) e insertarlos entre los verdaderos. Así, se consiguen resoluciones de hasta 9600 ppp, aunque la resolución verdadera esté como máximo entre 600 y 1200 ppp. Algunas resoluciones características son:

  - Diapositivas: al menos 600 ppp.
  - Fotografías: entre 100 y 200 ppp sin ampliar.
  - Páginas Web: entre 100 y 150 ppp.
  - Periódicos y revistas: 100 ppp.
  - Texto y dibujos: 300 ppp sin interpolación.

- El color:

  Los escáners en color usan tres fuentes de luz para cada uno de los colores primarios. Otros contienen un único tubo fluorescente y tres CCD's por píxel que filtran la luz. Los primeros necesitan dar tres pasadas al documento, mientras que los segundos (más utilizados) digitalizan la imagen en una sola pasada. Los digitalizadores se una pasada usan dos métodos diferentes para leer la imagen. El primero pasa la luz a través de un prisma para separar los tres colores primarios y leerlos por tres CCD's distintos. La otra técnica, más barata, utiliza tres CCD's recubiertos con filtros para que sólo puedan leer un color concreto, obteniendo casi los mismos resultados que la anterior.

- Profundidad de bit (*bit-depth*):

  Indica la cantidad de información que puede recogerse por punto digitalizado. Normalmente, se almacena un byte de información por cada uno de los colo-

res primarios, llamándose a ello "digitalización con color verdadero". Actualmente hay digitalizadores de 30 y 36 bits.

- Rango dinámico:

Indica los rangos de tonos que puede almacenar el escáner. Depende de la calidad de los convertidores A/D, de la pureza de la luz con la que se ilumina el papel, la calidad de los filtros y cualquier otro ruido eléctrico que pueda entorpecer el funcionamiento del digitalizador. Se mide en la escala de 0.0 (blanco perfecto) a 4.0 (negro perfecto). Dependiendo de la calidad del escáner, se le asigna un valor que indica el porcentaje de ese rango que puede distinguirse. Los escáners habituales presentan dificultades para distinguir los colores cuando todo está muy iluminado o muy oscuro, por lo que se les asigna un rango dinámico de 2.4. Los escáners profesionales consiguen rangos de 2.8 a 3.2, mientras que los de tambor llegan hasta 3.8. Teóricamente, un escáner de 24 bits tiene un rango de 8 bits para cada color primario, pero hay que tener en cuenta que los bits menos significativos de cada color se desprecian para evitar el ruido, por lo que se pierde calidad.

18 Ordenadores corporales

Hasta la fecha, los ordenadores personales suelen estar en una mesa e interaccionan con sus dueños sólo una pequeña fracción del día. Los portátiles, *laptops*, móviles y similares minimizan los problemas asociados con la movilidad, pero el paradigma de trabajo se mantiene. Los ordenadores corporales intentan evitar esto cambiando el modo de utilizar un computador. Las personas visten sus ordenadores y la interacción se basa en el contexto de la situación. Con pantallas en la cabeza, dispositivos de entrada no obstrusivos, redes de área local personales sin cables y otros sensores de contexto y herramientas de comunicación, los ordenadores corporales pueden usarse como asistentes inteligentes, bien como agenda, realidad aumentada, para trabajar en equipo, atender más rápido urgencias médicas (por ejemplo, si hay problemas con un marcapasos se activará una alarma en un hospital cercano), control de las casas inteligentes, etc.

Figura 42 Ejemplo de ordenador corporal sobre la cabeza

Conclusiones

En el presente capítulo nos hemos centrado en los dispositivos de entrada/salida, que son los componentes propios del ordenador más cercanos a los humanos en la interacción.

Tras revisar el protocolo multinivel empleado para llevar a cabo las entradas y las salidas, se han analizado un gran número de dispositivos de interacción. La comunicación entre el ordenador y la persona es fundamentalmente visual, pero se ha visto que ambos pueden también comunicarse de forma sonora, táctil e incluso olorosa. Es por ello que es importante conocer las posibilidades de los dispositivos particulares para poder comprender cómo aplicarlos, no sólo en computación fija frente a una terminal o en un equipo informático, sino que en computación ubicua, previsiblemente en entornos de realidad virtual o aumentada, vistiendo ordenadores corporales.

También cabe indicar que toda visión que pueda darse acerca de los dispositivos es siempre tardía, debido a la rápida evolución de la tecnología, por lo que los valores tipo de los dispositivos que se indican a modo de orientación en el presente capítulo habrán sido claramente superados antes incluso de que se publique. Habrá que ver qué nos deparará el futuro en este apartado y los cambios que ello pueda acarrear.

Bibliografía

BAECKER R M, GRUDIN J, BUXTON W A S, GREENBERG S. *Readings in Human-Computer Interaction: Toward the Year 2000*, 2ª edición. Morgan Kaufmann, 1995

BAGGI D L (ED). *Computer generated music*. IEEE Computer Society Press, 1992

CASTELLANO J A. *Handbook of display technology*. Hardcover, 1997

COOK B. M. y WHITE N. H. *Computer peripherals*. E. Arnold, 1995

DIX A, FINLAY J, ABOWD G, BEALE R. *Human-computer interaction* (2nd edition). Prentice-Hall, 1998

DOYLE L. E. *Computer Peripherals*. Prentice-Hall, 1996

EDWARDS A D N. *Speech synthesis: Technology for disabled people*. Paul Chapman, 1991

FENRICH P. *Practical guidelines for creating instructional multimedia applications*. Harcourt Brace and Company, 1997

GAVER W W. *Auditory icons: Using sound in computer interfaces*. Lawrence Erlbaum Associates, 1986

GREENSTEIN J. S. «Pointing devices», en *Handbook of the Human-Computer Interaction* (HELANDER M., LANDAUER T. K. y PRABHU P. Eds.). Elsevier Science B V, Pág. 1317-1348, 1997

HYDE J. *USB design by example. A practical guide to building I/O devices*. John Wiley and Sons, 1999

IBM CORPORATION. *Human factors of workstation with visual displays*. IBM, 1984

LEWIS J. R., POTOSNAK K. M. y MAGYAR R. L. «Keys and keyboards» en *Handbook of the Human-Computer Interaction* (HELANDER M., LANDAUER T. K. y PRABHU P. Eds.). Elsevier Science B V, Pág. 1285-1315, 1997

MARTÍNEZ R. J., BOLUDA J. A. y PÉREZ J. J. *Estructura de computadores y periféricos*. Editorial Ra-Ma, Madrid, 2001

PATTERSON D. A. y HENNESSY J. L. *Estructura y diseño de computadores. Interficie circuitería/programación*. Editorial Reverté, 2000

PICARD R W. *Affective computing*. MIT Press, 1997

RUBINSTEIN R, HERSH H. *The human factor: Designing computer systems for people*. Digital Press, 1984

SCHMANDT C. *Voice communication with computers: Conversational systems*. Van Nostrand Reinhold, 1994

SHERR S (ED). *Input devices*. Academic Press, 1988

SHNEIDERMAN B. *Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction*. Addison & Wesley, 1998

SORKIN R D, WOODS D D. «Systems with human monitors: A signal detection analysis» en *Human-Computer Interaction* Vol 1, Pág. 49-75, 1985

STALLINGS W. *Organización y arquitectura de computadores*, 5ª edición. Prentice-Hall Iberia, 2000

YAVELOW C. *Macworld music and sound bible*. IDG Books, 1992

Enlaces interesantes

http://atc.ugr.es/~jbernier/asignaturas/perifericos
Apuntes sobre periféricos de la Universidad de Granada.

http://miron.disca.upv.es/pei
Apuntes sobre periféricos e interfaces de la Universidad de Valencia.

http://www.caere.com/scanners/
Descripción de características de escáner, así como enlaces a empresas comerciales suministradoras.

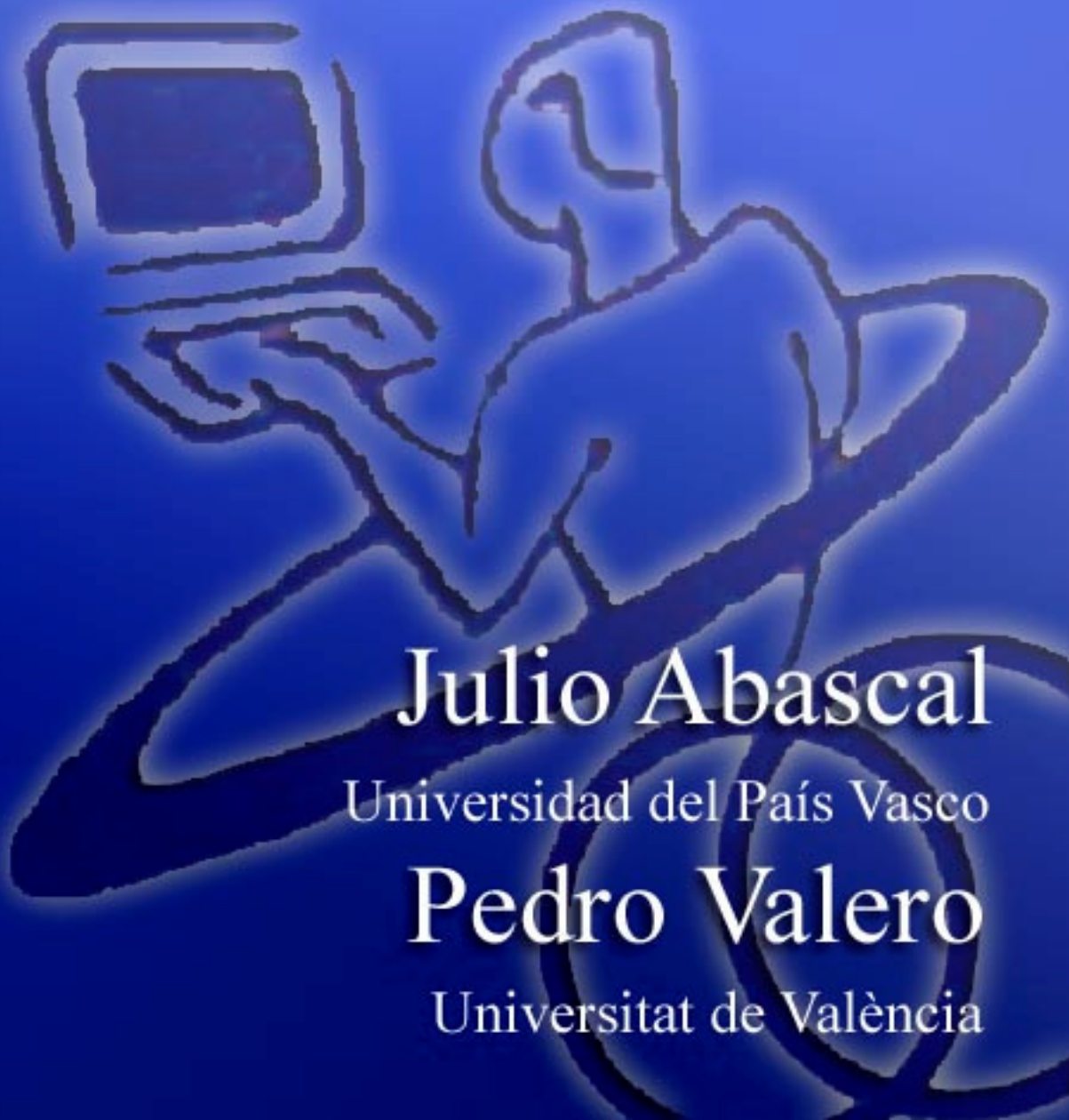
http://www.aromajet.com/
Información sobre una empresa cuyos productos permiten incluso transmitir aromas por Internet.

http://lcs.www.media.mit.edu/projects/wearables/
Página sobre ordenadores corporales.

http://wearcam.org/wearhow/index.html
Artículo sobre ordenadores corporales.

http://www.hitl.washington.edu/scivw/EVE/I.D.1.a.ActiveInteraction.html
Página sobre dispositivos de interacción activos.

Accesibilidad



Julio Abascal
Universidad del País Vasco
Pedro Valero
Universitat de València

1 Accesibilidad

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 La importancia del diseño universal 4
2 ¿Que es el diseño universal? 5
3 Tipos de discapacidades y soluciones 6
4 Accesibilidad en la web 10
5 Comprobación de la accesibilidad 11
Conclusiones 12
Actividades de recapitulación 13
Referencias 13
Bibliografía 13

Objetivos

- Promover la concienciación de los diseñadores y programadores de interfaces de usuario acerca de la necesidad del diseño universal
- Conocer los diversos tipos de discapacidades y algunas de las soluciones disponibles más establecidas.
- Extender el interés por el diseño universal a la creación y mantenimiento de páginas web
- Motivar a la utilización de técnicas de usabilidad teniendo también en cuenta a usuarios con discapacidades

Introducción

Los seres humanos son diferentes entre sí y todas las interfaces de usuario deberían acomodarse a esas diferencias de tal modo que cualquier persona fueran capaces de utilizarlo sin problemas. El objetivo a lograr en este caso es la denominada *usabilidad universal*, la cual pretende que nadie se vea limitado en el uso de algo por causa de esas diferencias. Es necesario evitar diseñar solamente atendiendo a características de grupos de población específicos, imponiendo barreras innecesarias que podrían ser evitadas prestando más atención a las limitaciones de éstos.

Cuando una diferencia individual supera un límite más o menos arbitrario a menudo recibe la etiqueta de discapacidad. Este texto revisará algunas de las discapacidades más comunes así como las soluciones utilizadas para corregir los inconvenientes que producen al usar las interfaces de hoy en día. No obstante, no quisiéramos dejar de mencionar que aquello que caracteriza a muchas de estas discapacidades está presente en grado diferente (menor o mayor) entre muchos personas considerados *normales,* por lo que tener en cuenta las recomendaciones pertinentes no sólo es importante para aquellos con limitaciones mayores. Por ejemplo, la ceguera al color puede variar en diferentes grados entre personas pero sólo unos pocos presentarán la denominada "ceguera al color" de modo total. Sin embargo, la recomendación de evitar codificar información importante sólo por medio de colores beneficiará tanto a los casos más extremos como a los más moderados (y posiblemente al conjunto de los usuarios).

A menudo, las ayudas proporcionadas a estos individuos pueden ser aprovechadas para condiciones de trabajo especiales, en los que las limitaciones son producto de la situación antes que de los personas. Por ejemplo, los métodos apropiados para manejar un ordenador por medio de la voz puede ser aplicado a situaciones en las que los personas tienen las manos ocupadas realizando otra tarea.

Este capítulo revisará en primer lugar algunas de las razones por las que es necesario tener en cuenta a los usuarios con necesidades especiales. En segundo lugar, introducirá algunas de las discapacidades más importantes y las soluciones utilizadas habitualmente para compensarlas. Es necesario tener en cuenta que esas soluciones tienen una parte que es proporcionada de modo genérico (por ejemplo por el fabricante del sistema operativo) y otra parte que necesita ser complementada por los desarrolladores de productos o aplicaciones individuales. Finalmente, comentaremos algunas cuestiones referidas a la comprobación de la accesibilidad por parte de los desarrolladores.

1 La importancia del diseño universal

EGAN [EGA88] señala que las diferencias individuales en un grupo de aproximadamente 30 personas pueden llegar a menudo a ser de un factor de 20. Este autor cita diversos estudios de la literatura para demostrar que estos factores se dan en diversas tareas tales como procesadores de textos, búsquedas en bases de datos, etc. Estas diferencias son naturalmente mucho más importantes cuando los usuarios presentan características especiales que les hace recibir la etiqueta de discapacitados. En ese caso, muchos de ellos pueden no llegar simplemente a realizar la tarea en un periodo de tiempo razonable.

Mientras que muchos desarrolladores estarían de acuerdo en que pretenden que el mayor número de usuarios sea capaz de usar sus productos, no todos ellos se sentirían tan dispuestos a realizar los esfuerzos necesarios para lograrlo, ya que existe una percepción de que el volumen de la población con necesidades especiales no es lo suficientemente importante. Esta percepción, sin embargo, es posiblemente errónea. Microsoft [MIC00] estima que uno de cada cinco estadounidenses tiene algún tipo de discapacidad (y 30 millones de personas en el mismo país pueden

verse afectados por el diseño de su software). Asimismo, muchas empresas de gran tamaño e instituciones contratan como parte de su política de personal a un grupo fijo de individuos calificados legalmente como discapacitados. Muchos gobiernos han incluido reglamentos y leyes que especifican requisitos que deben cumplir los productos utilizados en la administración pública y en las organizaciones que dependen de ella. De este modo, productos que no cumplan esas condiciones puede verse rechazado en este sector. También, a menudo, los discapacitados reciben ayuda de otros individuos en su entorno, los cuales adquirirán y utilizarán el software que sea compatible con el utilizado por aquellos.

Finalmente, algunas discapacidades suponen una limitación importante en la movilidad de los personas. Los ordenadores, y con ellos la Internet, ofrece la ocasión de romper las barreras físicas para estos individuos, abriéndoles una gran cantidad de oportunidades de relaciones sociales, opciones laborales y de todo tipo. No obstante, todo ello pasa a través de diseños de productos software y servidores de Internet que estos puedan utilizar fácilmente.

2 ¿Que es el diseño universal?

> *Diseño universal es el proceso de diseñar productos que sean usables por el rango más amplio de personas, funcionando en el rango más amplio de situaciones y que es comercialmente practicable.*

Existen unos principios de diseño universal redactado por un grupo de expertos en diseño universal y que nos puede servir como una guía inicial para evaluar la incorporación de la accesibilidad en el diseño de sistemas interactivos. Estos son:

> *Diseño universal: el diseño de los productos y de entornos ha de ser usable por la mayor parte de gente posible, sin necesidad de adaptación o de diseño especializado* [CON97].

Principios:

1) **Uso equitativo**. El diseño ha de ser usable y de un precio razonable para personas con diferentes habilidades.

2) **Uso flexible**. El diseño se ha de acomodar a un rango amplio de personas con distintos gustos y habilidades

3) **Uso simple y intuitivo**. El uso del diseño ha de ser fácil de entender, independientemente de la experiencia del usuario, conocimiento, habilidades del lenguaje y nivel de concentración actual.

4) **Información perceptible**. El diseño comunica la información necesaria de manera efectiva a usuario, independientemente de las condiciones ambientales para las habilidades sensoriales del usuario.

5) **Tolerancia para el error**. El diseño minimiza posibles incidentes por azar y las consecuencias adversas de acciones no previstas.

6) **Esfuerzo físico mínimo**. El diseño se ha de poder usar eficientemente y confortablemente con un mínimo de fatiga.

7) **Tamaño y espacio para poder aproximarse y usar el diseño**. El diseño ha de tener un espació y un tamaño apropiado para la aproximación, alcance y uso del diseño.

3 Tipos de discapacidades y soluciones

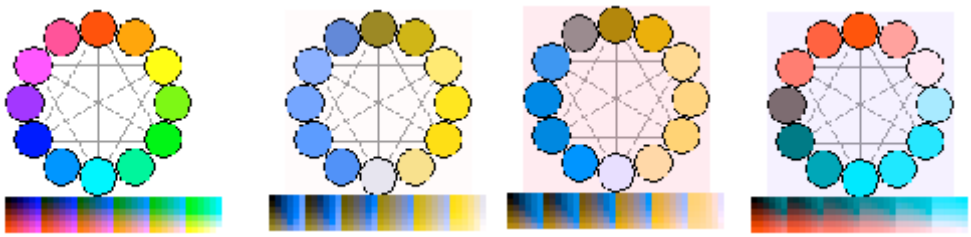
A continuación describiremos brevemente algunas de las categorías de discapacidades más importantes y las soluciones que se aplican en cada caso. Naturalmente, en la práctica, estos problemas deben ser concretados en situaciones individuales, las cuales pueden presentar aspectos particulares que es necesario conocer y valorar para determinar el grado de adecuación de esas soluciones.

Deficiencias Visuales

Las deficiencias visuales más comunes son las debidas a la incapacidad para captar correctamente los colores, los debidos a una visión reducida y finalmente, la ceguera, o falta de visión completa. Cada uno de estos problemas requiere soluciones de índole diferente como veremos.

Color

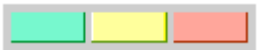
Tal y como explica HESS [HES00] el ojo humano contiene bastones y conos sensibles a la luz. Los conos están especializados en el color. Sin ellos veríamos en blanco y negro. Hay conos para los colores rojo, verde y azul, y, a partir de su combinación, se obtienen el resto de los colores. De la combinación de los tres tipos de conos obtendríamos los diferentes colores. Los defectos en visualización del color provienen de carencias en alguno de los tres tipos de conos. Como un ejemplo de las consecuencias de estos defectos veamos las diferencias entre cuatro paletas de colores. La primera de ellas tendría todos los colores, mientras que las otras tres carecen respectivamente del rojo, verde y azul.



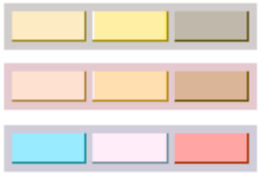
Estas paletas tal y como advierte HESS no parecen muy relacionadas con la falta de esos tres colores pero ello puede ser resultado de dos fenómenos que compensan esas carencias. En primer lugar, los conos no están centrados específicamente en sus respectivas áreas del espectro de colores y, en segundo lugar, el cerebro puede realizar cierto procesamiento para compensar los colores ausentes.

La presencia de estos problemas afecta más a los hombres que a las mujeres ya que están relacionados con el cromosoma X. Alrededor de un 8 por ciento de los hombres tienen algún problema de este tipo mientras que sólo un 0,5 por ciento de las mujeres lo padecerían. De los tres problemas, la falta de percepción del azul es el menos común pero el más grave de ellos.

Un ejemplo de las consecuencias de estos problemas son los siguientes tres botones que un diseñador podría construir. Supongamos que se utiliza verde para indicar adelante, amarillo para pedir ayuda y rojo para salir.



Esos tres botones se verían por una persona con defecto de visión del color de la siguiente manera.



La lección para el diseñador de interfaces es sencilla. No codificar ninguna conducta importante únicamente mediante colores.

Visión reducida

Las discapacidades visuales van desde una falta de agudeza visual hasta la completa falta de visión. Puesto que una gran cantidad de los esfuerzos en interfaz actuales se apoyan en elementos gráficos, resulta lógico ofrecer a los usuarios con visión reducida la opción de utilizar esos elementos en la medida que sea posible. No obstante, cuando esta estrategia llega a su límite y los posibles usuarios no se pueden apoyar en la información visual en absoluto la situación desde el punto de vista del diseño del interfaz varía enormemente siendo necesario encarar el problema desde una perspectiva completamente diferente.

Los ampliadores de pantalla son programas que permiten una ampliación de parte de la pantalla. Esta visión ampliada facilita la lectura a los usuarios con dificultades visuales pero por otro lado introducen problemas de navegación y orientación dentro de los documentos de los usuarios. A menudo, estas utilidades funcionan ofreciendo dos visiones simultaneas de la información que se encuentran coordinadas entre sí. Microsoft Windows incluye una utilidad denominada Ampliador que ellos mismos califican de básica y posiblemente insuficiente para las necesidades de los usuarios con discapacidades. Una muestra de esta utilidad puede verse en la figura siguiente.

Figura 1 Una muestra de la utilidad de Ampliación incluida en Microsoft Windows

Por otro lado, muchas aplicaciones pueden ofrecer como parte de ellas mismas ayudas a los usuarios de una manera natural. Por ejemplo, los procesadores de textos pueden utilizar fuentes escalables que pueden ser ampliadas sin reducción de la calidad, y los programas de dibujo pueden aumentar partes de sus elementos con facilidad.

Ceguera

Cuando las deficiencias visuales llegan al límite en el que no es posible utilizar la información de las pantallas, el ordenador necesitará cambiar el canal de comunicación y utilizar uno diferente. Los canales de output más aprovechables en el momento actual son los de voz sintetizada y las tabletas de Braille actualizables. En ambos casos, toda la información pasaría a ser de tipo verbal y buena parte de la información gráfica necesitaría reconvertirse en descripciones textuales.

Para proporcionar la información gráfica del interfaz las utilidades de revisión de la pantalla leen el texto disponible y la repiten utilizando los medios alternativos utili-

zados en cada caso. Los elementos gráficos son descritos mediante etiquetas que los programadores insertan utilizando normas estandarizadas de intercambio de información. Estas etiquetas son textos cortos o palabras que explican el significado de estos elementos gráficos.

Un problema de este tipo de interfaces se encuentra en que mientras que la información visual puede ser procesada en paralelo (es decir varias cosas simultáneamente y desechando muy rápidamente aquello menos importante), los textos tienen una estructura serial. Esto obligaría al usuario a pasar por aquellos elementos situados anteriormente antes de alcanzar los situados posteriormente. En general, las utilidades de revisión de la pantalla evitan este problema ofreciendo parte de la información cuando hay cambios importantes en su configuración y guardando el resto hasta que el usuario la solicita. A este problema se suma la necesidad de sincronizar la introducción de datos desde por ejemplo el teclado con la información que le está siendo ofrecida al usuario. Por ejemplo, en una página web el lector de información puede proporcionar información sobre los elementos gráficos pero el cursor de texto estar situado en un cuadro de introducción de texto. En este caso, las acciones sobre el teclado irán dirigidas al cuadro de texto lo cual puede confundir al usuario.

NIELSEN [NIE00] describe las consideraciones especiales que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar páginas web. En concreto, señala la necesidad de facilitar el hojeado de la información introduciendo encabezados de niveles diferentes que los usuarios pueden examinar rápidamente y les permite desechar la información que no les interesa. También, aunque aboga por las descripciones de las imágenes, comenta que resulta interesante no incluir notas para aquellas completamente vacías de contenido, ya que ello evita la lectura de información vacía.

Finalmente, hay que tener en cuenta que el teclado es el elemento de introducción de datos y navegación más importante para un usuario invidente y que los instrumentos de puntuación pueden resultarle de poca utilidad. Ello significa que es necesario asegurarse de que todos los elementos del interfaz pueden ser accedidos mediante el teclado, utilizando las convenciones apropiadas en función del sistema operativo utilizado en cada caso.

Auditivas

Las personas con dificultades auditivas deberían encontrarse con menos problemas ante las interfaces actuales, debido a que la mayoría de ellos están basados en claves visuales. No obstante, en ocasiones hay cierta información que es necesario convertir en texto para que estos usuarios sean capaces de seguirla. También, ciertos mensajes de alerta son codificados como sonidos debido al interés en utilizar un canal de comunicación que los usuarios tienen desocupado. Es necesario tener cuidado en este último caso, puesto que los usuarios con discapacidades auditivas pueden no advertir el riesgo asociado a una situación dada.

Un problema relacionado es el de las personas que utilizan el lenguaje de signos desde su nacimiento. Estas personas a menudo tienen una reducción importante en el número de palabras que conocen y utilizan. En este caso, es necesario prestar atención especial al vocabulario utilizado.

Movimiento

Algunas personas tienen problemas para realizar ciertas tareas físicas tal y como mover un puntero, pulsar dos teclas a la vez o mantener apretada una tecla. En el caso más extremo estas personas pueden no ser capaces de utilizar un teclado o un ratón y simplemente pueden preferir utilizar un sistema alternativo de introducción de datos tal y como uno basado en voz o en movimientos de otras partes del cuerpo (como la cabeza, la boca, etc.).

En ambos casos, es conveniente proporcionar a las aplicaciones un interfaz basado en teclado lo más completo posible. El teclado proporciona a menudo un método más sencillo de introducción de la información que los mecanismos de puntuación como el ratón. Además, si se utiliza un sistema de introducción vocal de la información, estos programas pueden utilizar las etiquetas asociadas a cada elemento del interfaz (botones, cuadros de diálogo, etc.) para este propósito. Por ejemplo, una persona puede encontrar mucho más fácil pronunciar la palabra OK para seleccionar un botón de aceptación que desplazar un cursor a lo largo de la pantalla hasta situarlo sobre él.

Un conjunto de programas que puede ser de utilidad para aquellas personas que utilizan el teclado pero tienen problemas para controlar sus acciones son aquellos que filtran las pulsaciones realizadas. De este modo, las repeticiones de letras, los errores ortográficos o las respuestas demasiado lentas pueden ser captadas y corregidas automáticamente.

Cognoscitivas

Mientras que la investigación en interfaces ha avanzado bastante en lo relativo a discapacidades motoras o perceptivas, las cognitivas han recibido menos atención. NIELSEN [NIE00] señala que hasta ahora el uso de ordenadores ha estado reducido posiblemente a las personas con más capacidad intelectual pero que esta situación puede variar en los próximos años. Un factor de gran importancia es el progresivo envejecimiento de la población y el aumento de enfermedades degenerativas relacionadas con ella. Con el aumento de las posibilidades de realización de tareas de todo tipo por medio de Internet, estas personas pueden encontrarse con grandes limitaciones a la hora de aprovechar la oportunidad de, por ejemplo, realizar compras desde el hogar, gestionar facturas, elegir hoteles, etc.

Para evitar estos problemas es conveniente planificar los sistemas informáticos para que aquellas personas con dificultades de este tipo sean capaces también de utilizarlos. Para ello, las dos únicas recetas son la sencillez y la evaluación con personas apropiadas.

Un problema relacionado pero diferente es el de aquellas personas que tienen un nivel intelectual normal en diversos aspectos pero sin embargo presentan deficiencias en aspectos concretos. Por ejemplo, hay personas con mucha capacidad verbal pero baja inteligencia numérica o espacial. Estas personas pueden ser capaces de rechazar hacer cálculos que por otro lado podrían considerarse sencillos, o también, perderse dentro de una estructura de navegación relativamente compleja. Puesto que los programadores y los diseñadores de servidores Internet resultan relativamente buenos habitualmente en estos dos aspectos no es extraño que no intuyan adecuadamente estos problemas y no los traten adecuadamente. De nuevo, la mejor receta en estos casos resulta la evaluación.

La accesibilidad, una necesidad general

Como podemos ver en el cuadro siguiente, muchas de las ayudas diseñadas para usuarios con necesidades especiales pueden ser útiles para personas sin necesidades especiales que se encuentran en situaciones especiales.

Por ejemplo:

Sin visión	Ciegos	Personas • con ojos ocupados (e.g., conduciendo o en navegación telefónica) • en la oscuridad

Poca visión	Personas con limitaciones visuales	Personas con un visualizador pequeño
Operable sin poder oír	Personas sordas	Entornos ruidosos • oídos ocupados • silencio forzado (bibliotecas, etc..)
Oído limitado	Personas duras de oído	Personas en entorno ruidoso
Operable con manualidad limitada	Personas con limitaciones	Personas • con vestidos especiales • o que van en un vehículo que se balancea
Operable con cognitividad limitada	Personas con cognitividad limitada	Personas distraídas • con pánico • o bajo la influencia del alcohol
Operable sin lectura	Personas con problemas cognitivos	Personas que • no conocen ese lenguaje, • visitantes, • se han dejado las gafas de lectura

4 Accesibilidad en la web

> *El poder del web está en su universalidad. El acceso para todos, sin tener en cuenta las discapacidades, es un aspecto fundamental.* Tim Berners–Lee, director y inventor del W3C, World Wide Web Consortium (http://www.w3c.org/WAI).
>
> Introducción a la WAI (Web Accessibility Initiative), en transparencias, disponible en http://www.w3.org/Talks/WAI-Intro/slide1-0.html

Existen muchas razones para justificar porque la accesibilidad de la web es importante.

El uso de la web se está expandiendo en todo el espectro social y de hecho existen en las web actuales barreras para diversos tipos de disminuciones que afectan a millones de personas.

La web es la tecnología adoptada más rápidamente de la historia, lo cual implica para las personas con disminuciones tanto ventajas como desventajas. Así, mientras que, por un lado se ha trasladado mucha de las formas tradicionales de información a la web, favoreciendo que ésta alcance un número mayor de lugares, la forma en que ésta funciona hace que muchos usuarios no puedan utilizarla y por tanto se vean privados de innumerables recursos tales como noticias, información, comercio, entretenimiento, educación, enseñanza a distancia, búsqueda de trabajo, etc.

Una web accesible significa un acceso sin precedentes a personas con disminuciones.

De un 10 a un 20% de la población en la mayor parte de países tiene disminuciones, aunque no todas afectan el acceso a la web.

El promedio de edad de la población está aumentando generando problemas de accesibilidad.

El diseño de web accesibles contribuye a un diseño mejor para otros usuarios. Por ejemplo, la multimodalidad (uso de acceso visual, auditivo y táctil) permiten el uso de web en teléfonos móviles con pequeñas pantallas, web–TV, kioscos. Esto permite el uso de los sitios web en diferentes situaciones.

Otras situaciones que se pueden beneficiar de un diseño web especial es cuando hay un bajo ancho de banda (imágenes lentas para descargar), entornos ruidosos (difícil de utilizar audio), problemas de reflejos en la pantalla (dificultad de ver la pantalla), conducción (los ojos y las manos están ocupadas).

The World Wide Web Consortium —W3C— es un consorcio internacional con aproximadamente 400 miembros que promociona la evolución y la interoperatividad de la web.

La iniciativa de accesibilidad web —WAI— es una iniciativa de la W3C para promocionar la accesibilidad en la web que está esponsorizada por:

- US National Science Foundation, US Department of Education's National Institute on Disability and Rehabilitation Research
- European Commission, DG XIII, Telematics Applications
- Programme for Disabled and Elderly
- Government of Canada, Industry Canada's Assistive Devices Industry Office
- IBM / Lotus, Microsoft, Bell Atlantic y otros.

Las áreas de trabajo que cubre son:

1) Asegurar que las tecnologías web permiten la accesibilidad
2) Desarrollar guías para la accesibilidad
3) Desarrollar herramientas para evaluar y facilitar la accesibilidad
4) Difusión y educación
5) Coordinación entre investigación y desarrollo

También existen guías diseñadas para ayudar al programador a crear páginas web de modo apropiado tal y como http://www.w3.org/TR/WCAG10/. Existe también páginas que realizan tests de evaluación de usabilidad. Por último, existen Navegadores de web alternativos para personas con inhabilidades, permanentes o temporales (http://www.w3.org/WAI/References/Browsing). Las personas con dificultades visuales pueden optar por una salida por voz, las visualizaciones en Braille, por una ampliación de la imagen o por el uso del teclado.

Los diseñadores de páginas web deberían conocer que existe legislación específica acerca del tema (http://www.w3.org/WAI/References/Policy.html) en algunos países.

5 Comprobación de la accesibilidad

Obviamente, el mejor método para comprobar la accesibilidad es pedir a personas que sufran las discapacidades descritas anteriormente que utilicen nuestras interfaces. Este objetivo, sin embargo, puede no ser práctico debido a la falta de disponibilidad de personas con estos problemas. En estas páginas daremos algunas indicaciones acerca de cómo realizar ciertas comprobaciones sin necesidad de utilizar

usuarios y que pueden servir para eliminar algunos de los problemas más importantes.

- Listas de recomendaciones. Existen listas de recomendaciones relacionadas con la accesibilidad para los diferentes sistemas operativos. El sistema operativo Windows ofrece una lista de este tipo en el libro *Microsoft Windows Guidelines for Accessible Software Design.* Otros sistemas operativos pueden ofrecer listas similares que pueden ser utilizadas.

- Utilizar únicamente el teclado para manejar el interfaz. Comprobar que esto es posible y que además las diferentes funciones de acceso están bien documentadas e indicadas. También, hay que comprobar si alguna de las operaciones resulta excesivamente complicada de ejecutar con una sola mano o con un dedo. No hay que olvidar utilizar las herramientas básicas de accesibilidad que muchos sistemas operativos ofrecen y que pueden ofrecer una compensación a los problemas anteriores.

- Comprobar si las herramientas básicas de ampliación de la pantalla disponibles en sistemas operativos funcionan correctamente con la aplicación. Muchos sistemas de ayuda son proporcionados gratuitamente. Una lista proporcionada por Microsoft se encuentra en http://www.microsoft.com/enable/products/aids.htm.

- Cambiar los tipos de letras estándares en tu ordenador y comprobar si se ve correctamente la aplicación. Probar también con tamaños grandes.

Esta lista no es en absoluto completa pero pueden proporcionar una idea de las acciones a emprender para mejorar el interfaz de una aplicación desde el punto de vista de la accesibilidad. Es necesario tener en cuenta que existen muchas organizaciones interesadas en ofrecer ayuda para este tipo de problemas y que realizarán tareas de comprobación o análisis de manera gratuita. Un ejemplo es *Bobby*, un programa que evalúa páginas o servidores web y que ayuda a encontrar problemas desde el punto de vista de los usuarios discapacitados. Este programa puede obtenerse en http://www.cast.org/bobby.

Conclusiones

Lograr alcanzar a la mayor cantidad de usuarios posible es una aspiración de muchos sistemas interactivos. Para lograrlo es necesario acomodar a la mayoría de las diferencias individuales posibles. Así, aunque cada problema por separado afecte a un porcentaje de población que podríamos considerar reducido, tomados conjuntamente, el número de usuarios que se encontrarían por alguna causa fuera de los límites de la llamada normalidad es lo suficientemente grande como para no tenerlos en cuenta. Además, muchas de las adaptaciones requeridas para hacer las interfaces más universalmente accesibles pueden ser aprovechadas por personas sin esas discapacidades que se encuentran trabajando en condiciones inusuales tal y como baja visibilidad, escribiendo con una mano, etc.

Por último, es indudable que una de las grandes ventajas que acarrea la tecnología hoy en día es que personas que hasta fechas recientes encontraban muy difícil su incorporación al mundo laboral o social pueden utilizar estos medios para acceder en igualdad de condiciones a oportunidades que de otro modo les estaban vedadas. Siempre y cuando, eso sí, aquellos involucrados en el diseño de las herramientas que les permitirían ese acceso, seamos capaces de evitar ponerles barreras o limitaciones que se lo impidan.

Actividades de recapitulación

Estas actividades de recapitulación están pensadas para diseñadores que no tienen ninguna discapacidad y quieren realizar evaluaciones simples desde el punto de vista de la accesibilidad.

1) Averigua acerca de las opciones de accesibilidad de tu sistema operativo y haz un resumen de ellas, su funcionamiento y los defectos que encuentras en ellas en una primera impresión.

2) Realiza pruebas de usabilidad de tu programa de correo favorito sin utilizar el ratón. Comprueba si existen cosas que no se pueden alcanzar utilizando solamente el teclado.

3) Intenta utilizar solamente el teclado como en el ejercicio anterior, pero con una sola mano. Describe los problemas que esto produce. Investiga si existen utilidades en el sistema operativo que estás utilizando que te ayuden a paliar los inconvenientes que esto produce.

4) Utilizando las utilidades de ampliación de la pantalla de tu sistema operativo, amplia el área de trabajo hasta un tamaño grande e intenta mover los archivos de tus directorios mediante el ratón. ¿Existen métodos que no son apropiados cuando todo se ve más grande?

Referencias

[EGA88] EGAN D. E. «Individual Differences in Human Computer Interaction» en *Handbook of Human Computer Interaction* (HELANDER ed.). Elsevier, North Holland, 1988

[CON97] CONNELL et al. *What is universal design?* (http://www.design.ncsu.edu:8120/cud/univ_design/princ_overview.htm). NC State University, 1997

[HES00] HESS, R. *Can color blind users see your site?* (http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dn_voices_hess/html/hess10092000.asp). Microsoft Corporation, 2000

[MIC00] MICROSOFT PRESS *Diseño de interfaz de usuario para aplicaciones Windows.* McGraw Hill, 2000

[NIE00] NIELSEN J. *Usabilidad. Diseño de sitios web.* Prentice Hall, Madrid, 2000

Bibliografía

APPLE COMPUTER INC. *Macintosh Disability Resources Stack.* Worldwide Disability Solutions Group, Cupertino, CA, 1991

BERLISS J. «Assistive technologies for communication, control and computer access» en *Trace resource book. The 1991–92 edition*. Trace Research and Development Center, Madison, WI, 1991

EGAN D. E. «Individual Differences in Human Computer Interaction» en *Handbook of Human Computer Interaction* (HELANDER ed.). Elsevier, North Holland, 1988

ENDERS A. y HALL M. *Assistive technology sourcebook.* RESNA Press, Washington, DC, 1990

GREEN P. y BRIGHTMAN A. J. *Independence day – Designing computer solutions for individuals with disability.* DLM/Teaching Resource, Allen, TX, 1990

MICROSOFT PRESS *Microsoft Windows Guidelines for Accessible Software Design* (http://www.microsoft.com/enable/), 1999

MICROSOFT PRESS *Diseño de Interfaz de usuario para aplicaciones Windows.* McGraw Hill, 2000

NIELSEN J. *Usabilidad. Diseño de sitios web.* Prentice Hall, Madrid, 2000

VANDERHEIDEN G. C. y VANDERHEIDEN K. R. *Accessible design of consumer products: guidelines for the design of consumer products to increase their accessibility to people with disabilities or who are aging.* Trace Research and Development Center Madison, WI, 1991

Internacionalización

Pedro Valero

Universitat de València

1 Internacionalización

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 Internacionalización y localización 4
2 Elementos de la interfaz 5
3 Lenguajes 7
4 Zonas de internacionalización 9
5 Metodología de trabajo 9
Conclusiones 12
Actividades de recapitulación 12
Referencias 12
Bibliografía 13
Enlaces interesantes 13

Objetivos

- Valorar la importancia de la internacionalización de las interfaces
- Reconocer los problemas derivados de la traducción a otros lenguajes y los diferentes alfabetos existentes
- Saber cómo evaluar si el software está adecuadamente internacionalizado
- Conocer los recursos técnicos sobre como internacionalizar las interfaces

Introducción

El objetivo de muchas empresas relacionadas con el desarrollo de software es hacer llegar sus productos a mercados internacionales. Esto por un lado implica un aumento enorme del número de posibles usuarios, pero por otro lleva a un esfuerzo adicional para lograr que el interfaz de usuario, la documentación y, en algunos casos, incluso la funcionalidad se ajusten a los diferentes destinos posibles.

Un caso extremo muy a tener en cuenta es el de los sitios web, ya que éstos, desde el primer momento, son accesibles a los usuarios internacionales. Si nuestro objetivo es ofrecer nuestros servicios a la mayoría de usuarios posibles entonces será necesario evaluar la compatibilidad que tienen con culturas, lenguas y gustos que pueden variar enormemente entre sí.

El siguiente texto ofrece unas orientaciones sobre cómo lograr un producto adecuadamente internacionalizado así como referencias que pueden ayudar a encontrar material adicional sobre el tema.

En este capítulo se tratarán diversos aspectos relacionados con la internacionalización de software. En primer lugar se introducirá la distinción entre internacionalización y localización, en segundo, comentaremos algunos de los elementos del interfaz relacionados con la internacionalización que es necesario prever que pueden variar entre las diferentes versiones del software, dedicando una sección exclusiva a las cuestiones relacionadas con el lenguaje debido a su especial importancia. Los dos últimos tratarán lo referido a la evaluación de la correcta internacionalización y a los aspectos técnicos y de organización del equipo de trabajo que es necesario tener en cuenta para llevar a cabo esta tarea de la manera más eficiente posible.

1 Internacionalización y localización

NIELSEN [NIE00] denomina *internacionalización* a desarrollar un diseño que se pueda usar en todo el mundo, mientras que la *configuración regional* hace referencia a la creación de una versión específica para una región o zona específica. El proceso de crear un conjunto de elementos específicos de un país o región se llama *localización*. La *internacionalización* implica minimizar en el interfaz elementos que sean dependientes de un país o cultura. Por ejemplo, si el programa está originalmente desarrollado para usuarios de habla inglesa se intentaría usar un lenguaje sencillo para que aquellos que sólo tengan un conocimiento superficial de esta lengua no lo encontrarán excesivamente complicado. También, se aconsejaría utilizar indicaciones de tipo gráfico o de disposición de tal modo que se pudiera eliminar texto a favor de otros elementos menos vinculados a una cultura determinada.

La *configuración regional* por otro lado suele implicar la traducción y adaptación del programa. Un programa que contemple la localización permite modificar cualquier elemento dependiente de la lengua o contexto cultural de un país o región, como por ejemplo clips de audio, texto, gráficos, formatos de números, fechas, monedas y otros. Sistemas operativos como MS Windows o Apple OS incluyen características que ayudan al programador a separar aquellos elementos susceptibles de necesitar ser localizados de aquellos otros que pertenecen al cuerpo principal del programa.

En el caso concreto de diseño de sitios web, la internacionalización parece la mejor estrategia ya que resulta muy difícil adaptarse a todos los posibles usuarios que pueden consultar cierta información o servicios.

La parte de la localización que consume más tiempo es la traducción de idioma, pero existen otros elementos que es necesario también tener en cuenta. A continuación mostramos una lista de algunos elementos que a menudo necesitan de este tipo de modificaciones.

- Iconos

- Texto
- Audio clips
- Ayuda en línea
- Formato de moneda, fechas y números
- Calendarios
- Medidas
- Colores
- Gráficos
- Números de teléfono
- Direcciones
- Títulos honoríficos

2 Elementos de la interfaz

En esta apartado describiremos algunos elementos de la interfaz que es necesario evaluar para evitar incompatibilidades con otros países y culturas. En esta sección no trataremos el lenguaje, ya que, debido a su importancia, merece ser tratado en una sección aparte.

Iconos y gráficos

MULLET y SANO [MUL95] señalan como la *comunicabilidad* de cualquier representación depende de que haya un contexto compartido entre el que envía el mensaje y el que lo recibe que permita que los signos sean interpretados dentro de una lógica similar a la que fueron codificados. Un ejemplo es el icono siguiente, utilizado comúnmente como representación de buzón de correo pero que muchos usuarios no estadounidenses no reconocen.

Se pueden encontrar muchos iconos que presentan una dependencia más o menos importante de una determinada lengua o cultura. Por ejemplo, el icono siguiente representa a un corrector ortográfico. Sin embargo, lenguajes no occidentales no encontrarán este icono apropiado ya que ABC puede no corresponder a su alfabeto. También, el doble significado de este icono se basa en un concepto de la lengua inglesa, en la que la palabra *spelling* tiene tanto el significado de deletrear (ABCD...) como el de comprobar la ortografía.

En el siguiente icono, se utiliza un "*tick*" como sinónimo de comprobación. Este símbolo no es común en todos los países y puede resultar difícil su comprensión. Además, su asociación con el hecho de comprobar si hay nuevo correo puede ser difícil de establecer.

Colores

Los colores tienen asociados significados en la mayor parte de las culturas. En la cultura occidental el negro es un color asociado con el luto y funerales, mientras que el blanco está asociado con el matrimonio y el nacimiento. Entre los chinos en cambio, el blanco es el color asociado al luto.

En resumen, es necesario comprobar en cada caso si hemos utilizado colores en nuestro interfaz que pueden resultar inapropiados en otras culturas o regiones.

Calendarios, formatos y separadores de fecha y hora

El calendario utilizado en el mundo occidental es conocido como calendario gregoriano. No obstante, existen otros calendarios en uso en el mundo como son el budista, el islámico, el chino, el hebreo, etc.

El calendario gregoriano fue propuesto por ALOYSIUS LILIUS, un físico de Nápoles, y aprobado por un decreto del Papa GREGORIO XIII en febrero de 1582, en una bula que modificaba el uso de los años bisiestos en el calendario Juliano, con un año diferente de inicio que se estableció en el 523 después de Cristo.

Es necesario tener en cuenta que en el calendario gregoriano hace falta distinguir diferentes formatos que han de ser separados apropiadamente.

aaaa/mm/dd aaaa cuatro dígitos del año
aaaaddd mm mes
aaaa/nn/dd dd día
dd/mm/aaaa
aaaa año
mm/dd/aaaa

Entre los países de habla inglesa resulta común indicar las fechas poniendo primero el mes, luego el día y luego el año. Es decir:

mm/dd/aaaa

Otro aspecto que no hay que olvidar es lo referido a los formatos para representar horas, minutos, etc.

Números y monedas con sus formatos

Los países tienen monedas y símbolos de moneda diferente. Esos formatos de moneda deberían ser respetados en todos los casos puesto que a menudo los sujetos manejan dinero de diferentes nacionalidades y puede resultarles confuso cuando estos símbolos no se usan apropiadamente. Debajo vemos una tabla con diferentes representaciones del mismo número con su formato de moneda y el formato de los números.

País	Símbolo
USA	$1,234.56
Noruega	kr1.234.56
Suiza	sFr1234,56
Alemania	1.234,56DM
Gran Bretaña	£1,234.56

Los formatos numéricos también pueden ser diferentes. Una de las diferencias mejor conocidas se encuentra entre países de habla inglesa y los de la Europa continental. Así, mientras que para los primeros un punto (.) permite distinguir entre decimales y una coma (,) entre miles, el resto de Europa utiliza estos símbolos de la manera contraria.

Ordenaciones

Las ordenaciones son importantes en el proceso de internacionalización, y un tema complejo. En un principio, la regla que siguen las ordenaciones de caracteres es ir de la A a la Z, mayúsculas primero, y después las minúsculas. Los números se ordenan de 0 a 9. Este tipo de regla se complica por ejemplo cuando tenemos letras que se componen de dos caracteres. Así, en castellano, ch es un doble carácter que

se trata como un sólo carácter y se ordena después de la *c* y antes de la *d.* Lo mismo ocurre con la *ll,* que es un doble carácter que también hay que considerarlo como uno solo, y que se ordena después de la l y antes de la m

A continuación se muestran dos listas. En la primera se muestra una lista de palabras ordenada sin utilizar las subreglas referentes a la *ch* y a la *ll.* En la segunda se muestra el resultado tras aplicar esas reglas.

caracola	caracola
chacal	cura
cura	chacal
danza	danza
llama	luna
luna	llama
marmota	marmota

Unidades de medida

La mayor parte del mundo ha adoptado el sistema métrico, excepto Estados Unidos que utiliza, por ejemplo, la milla y la pulgada.

3 Lenguajes

Las escrituras se pueden clasificar en ideogramas y escrituras fonéticas. Un ideograma tiene un significado especial y no tiene relación con su pronunciación. En contraste, las letras de una escritura fonética no tienen un significado especial pero representan determinados sonidos, por ejemplo M.

Los tres sistemas más importantes son:

- Occidental
- Oriente medio
- Extremo Oriente

Sistemas de escritura occidentales

Las escrituras occidentales son: latín, griego y cirílico.

Las características siguientes son comunes a las tres escrituras:

- Fonéticas
- Se leen de izquierda a derecha en una línea horizontal
- Utilizan letras mayúsculas y minúsculas diferentes
- Utilizan numeración arábiga: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9

Escritura latina

Actualmente es la escritura más usada en el mundo. Es una herencia del imperio romano. Durante la edad media se extendió por toda Europa. Actualmente la mayor parte de naciones europeas, algunas de las asiáticas, casi todas las naciones africanas y todas las naciones de América y Oceanía utilizan la escritura latina para expresarse en sus lenguajes.

Aunque el latín original solo tenía 24 letras —A, B, C, D, E, F, G, H, I, K, L, M, N, O, P, Q, R, S, T, U, V, X, Y y Z— se amplió después con dos letras más, la J y la W.

Hay algunas lenguas que utilizan más letras y marcas diacríticas.

Las marcas diacríticas se ponen encima de las letras para indicar cambios en el sonido del formato sin marcas. Las más comunes son: El acento grave(` à), el agudo (´ á) , el circunflejo (^ â), la tilde (~ ã), la diéresis (¨ ä), el circulo°(å), y el *slash* (/ ø). Todas se utilizan en combinación con vocales. Algunas marcas diacríticas para varios idiomas:

- Danés y Noruego: æ y ø
- Finlandés: ä y ö
- Francés: à, â, ç, ë, è, é, ê, ï, î, ô, oe, ü, ù, û
- Alemán: ä, ö, ü, ß
- Húngaro
- Islandés
- Italiano: à, è, é, ì, ò, ù
- Polaco
- Portugués: ã, á, â, ç, è, é, ê, í, ò, ó, ô, õ, ü, ú
- Rumano
- Castellano: á, é, í, ñ, ó, ú
- Sueco: å, ä, ö

Se puede encontrar más información en la publicación ISO 6937/2. En cuanto a la puntuación, también se dan diferencias entre escrituras, tal y como, por ejemplo, en el castellano que utiliza símbolos para empezar una admiración o una interrogación (¡ y ¿). Las ligaduras fueron muy utilizadas en el latín medieval, pero actualmente solo se conserva '&' que quiere decir 'y'. En otros idiomas también se utilizan, como en el alemán, donde 'ß' es la ligadura de 'ss' o 'sz' y 'æ' es la de 'ae'.

Escritura griega

Los griegos utilizan el sistema de escritura de la antigua Grecia, aunque la versión moderna difiere mucho de la antigua. El alfabeto griego consiste en las 24 letras siguientes:

Mayúsculas	Α	Β	Γ	Δ	Ε	Ζ	Η	Θ	Ι	Κ	Λ	Μ
Minúsculas	α	β	γ	δ	ε	ζ	η	θ	ι	κ	λ	μ
Sónido	a	v	g,y	d	e	z	i	s	i	k	l	m

Mayúsculas	Ν	Ξ	Ο	Π	Ρ	Σ	Τ	Υ	Φ	Χ	Ψ	Ω
Minúsculas	ν	ξ	ο	π	ρ	σ,ς	τ	υ	φ	χ	ψ	ω
Sónido	n	ks	o	p	r	s,z	t	i	f	x	ps	o

El griego también utiliza marcas diacríticas. Para más información se puede encontrar en las normas ISO 6937/2.

La escritura cirílica

Los hermanos y monjes eslavos ortodoxos CIRILO y METODIUS inventaron la escritura glagolítica en Macedonia en el año 863 como un alfabeto griego codificado con extensiones para ciertos sonidos eslavos. Su escolar CLEMENTE DE OHRID inventó la escritura cirílica más tarde como una escritura glagolítica más legible.

En el transcurso de los siglos la escritura cirílica se difundió y fue modernizada por el zar PEDRO EL GRANDE en su forma actual romanizada.

Actualmente la escritura cirílica es usada por más de 70 lenguas, desde las eslavas del este de Europa —ruso (ru), ucraniano (uk), bieloruso (be), búlgaro (bg), serbio (sr) y macedonio (mk)— hasta las del Asia Central, dentro de la familia de lenguas

altaicas —azerí (az), turcomeno (tk), curdo (ku), uzbeko (uz), kazakho (kk) y kirguiso (ky)— y otras como tajik (tg) y mongol (mn).

Escrituras del extremo oriente

Las escrituras del extremo oriente están basados en los caracteres ideográficos chinos. Los caracteres chinos son únicos por su sistema especial de construcción, su larga historia y su pronunciación. Su antigüedad se remonta a 400 años y se utiliza de esta forma desde hace 200. Actualmente se utilizan unos cuantos miles de caracteres.

Carácter	Chino	Japonés	Coreano	Significado
左	tsuoh	Hidari	jua	Izquierda
右	yu	Migi	woo	Derecha
金	jin	Kin	goom	O
木	mu	moku (ki)	nahmoo	Madera
水	shui	shui (mizu)	mool	Agua
火	huo	ka (hi)	bool	Fuego
土	tu	do (tsuchi)	huk	Tierra

El conjunto básico de caracteres son unos 20.000 y el conjunto extendido que incorpora términos científicos, etc., incluye 50.000 caracteres. Los mínimos para mantener una comunicación cada día son 3.000.

4 Zonas de internacionalización

En la siguiente tabla se muestran algunas zonas y las característica peculiares de lenguaje que les caracterizan.

Zona	Idiomas	Conjunto de caracteres	Escritura	Direccionalidad del texto	Otros aspectos
Europea	Europa, oeste, central y este, griego, ruso, turco, indonesio	Un byte	Latín, griego, cirílico	Izquierda a derecha	
Oriente medio	Árabe, Hebreo	Un byte	Árabe, hebreo, latín	Bidireccional	
Extremo oriente	Chino tradicional, Chino simplificado, Japonés, Coreano	Multibyte	Kana, hangul, caracteres ideográficos	Horizontal y vertical	Métodos de entrada
Thai	Thai	Un byte	Thai	Izquierda a derecha	Esquema del texto

5 Metodología de trabajo

Como cualquier otro elemento del software, un implementación adecuada depende de utilizar una metodología de trabajo adecuada. Aquí trataremos tres aspectos, en primer lugar, la composición del equipo de trabajo y el reparto de las tareas a realizar. En segundo lugar, la organización del código para permitir los cambios de la manera más apropiada y, en tercer lugar, comentaremos lo referido a cómo llevar a

cabo la evaluación del software para determinar si los aspectos internacionales están bien cubiertos. Hay que advertir que la evaluación de estos aspectos a menudo implica realizar pruebas con usuarios en los lugares de destino ya que, al implicar tantos elementos, resulta muy difícil lograr controlar todos los detalles sin tales pruebas.

Composición del equipo de trabajo

KANO [KAN95] señala que la internacionalización/localización es un aspecto del desarrollo de productos de software que tiende a menudo a no ser tratado suficientemente bien. Así, los desarrolladores y los directores suelen infravalorar el esfuerzo necesario para llevar a cabo estas tareas y también se suele dejar lo referido a mercados internacionales en manos de modificaciones posteriores del código originalmente creado, con los consiguientes problemas de programación que ello acarrea. Esta autora señala que la historia de Microsoft en estas cuestiones es un buen ejemplo de prácticas incorrectas. En un principio, los ingenieros encargados de la internacionalización llevaban a cabo su tarea corrigiendo los fallos de programación que se revelaban al introducir nuevas versiones de los programas. Ello implicaba alterar código que nadie recordaba bien, eliminando cadenas de texto programadas dentro del código fuente y haciendo campañas informales para convencer a los ingenieros encargados de la parte principal del producto de la bondad de utilizar otros métodos o técnicas para facilitar la internacionalización. Finalmente, un manuscrito titulado *The International Handbook for Software Design* fue escrito y repartido dentro de la empresa, lo cual significo un aumento importante de la conciencia acerca del tema. Después de esto, Microsoft mantuvo durante varios años un equipo encargado del desarrollo de un producto y otro diferente más pequeño de las versiones localizadas de ese producto. Sin embargo, hacia 1991, se decidió deshacer la estructura de dos equipos separados y se unió a los encargados de la internacionalización junto con los del equipo normal. De este modo, los equipos encargados del desarrollo de Windows 3.1 y Windows 95 llevaron a cabo las versiones localizadas simultáneamente a las del idioma inglés. Esto se demostró que era positivo, ya que, cuando hay un grupo que únicamente se encargaba de la versión "oficial", carecía de incentivos para pensar en las versiones en otros idiomas y por tanto aquellas sufren las consecuencias. Por el contrario, la aproximación en la que unos ingenieros conocen bien una parte concreta del producto, tanto en su versión oficial como en las localizadas, resultaba mucho más eficiente. Esto ha llevado según los responsables a un ahorro en gastos y a un aumento de la satisfacción de los programadores, así como a un producto de mejor calidad.

Organización del código

La estrategia fundamental para la organización del código se basa en la separación de la parte principal y de las partes que dependen de cada región. De este modo, se distinguirían dos bloques conceptuales: un bloque de código fuente y un bloque de datos.

Idealmente, las aplicaciones tendrían un único código fuente para todas las implementaciones locales, en vez de una separada para cada versión. Teóricamente, crear una versión local, significa simplemente cambiar el bloque de datos. Esto, combinado con el bloque de código, nos da el producto localizado.

Por tanto, la clave para el diseño de software internacionalizado es la separación de código y datos, además de la independencia de los elementos de lenguaje y los específicos de cada país.

Modelo de estructura de directorios. El código de los datos, por ejemplo el directorio CAT, contiene los ficheros de recursos. Supongamos que queremos crear la versión francesa. Se diseña un nuevo nodo FRA, se copian los ficheros y se traducen. Se crea el ejecutable que se guarda en directorios separados de la versión original. Esto puede permitir, construir, probar y depurar versiones en diferentes lenguas

simultáneamente. La organización de los directorios puede ser variada, pero es importante tenerlos separados de código fuente, los recursos y los objetos.

Evaluación de la internacionalización

NIELSEN [NIE00] señala que, debido a la enormidad de cuestiones a tratar en lo referente a la usabilidad internacional, es recomendable llevar a cabo pruebas con usuarios para comprobar la calidad de nuestros productos. Hipotéticamente, esto podría evitarse si hubiera un conjunto de directrices que permitan llevar a cabo estas evaluaciones sin realizar controles empíricos, pero, hoy por hoy, no existen nada este tipo. En el caso de las páginas web, no obstante, este tipo de controles es relativamente fácil ya que los usuarios de prueba pueden acceder fácilmente a ellas desde sus países de origen, pero, cuando el software está diseñado para ser utilizado localmente, es necesario llevar a cabo viajes para realizar estas pruebas.

En general, el método no diferirá mucho de los utilizados para otro tipo de evaluaciones. Este manual tiene una sección dedicada a evaluación que puede ser consultado con este propósito. Una forma sencilla de plantear un estudio de usabilidad es determinar una serie de tareas y pedir a usuarios que no saben nada acerca del sistema que aprendan a llevarlas a cabo y las realicen delante del evaluador. Esto permitirá obtener información acerca de las posibles confusiones, errores o dificultades que los usuarios pueden tener. Si se les pide además que piensen en voz alta (*think aloud*), se pueden obtener sus impresiones acerca de los diferentes elementos implicados en las tareas. Por último, se puede pedir una revisión exhaustiva, elemento por elemento, de aquellos aspectos que no hayan sido comentados suficientemente durante las tareas anteriores.

Una dificultad añadida obvia es que estas pruebas necesitan ser hechas en un lenguaje que quizás no dominemos. NIELSEN cita las siguientes opciones disponibles a aquél que va a realizar las pruebas:

- Ir al propio país personalmente y apoyarse en un interprete local. Esto es posiblemente lo mejor pero no siempre es posible. En caso de serlo, hay que procurar ir con suficiente tiempo para poder instalar el software pertinente, conocer el lugar en el que se van a hacer las pruebas, y *superar el jet–lag!*
- Pruebas de usuario remotas. Si lo que se va a probar es un *web site* las pruebas pueden hacerse de modo remoto. El evaluador puede enviar una carta o cuestionario en el que se den unas instrucciones y se pida a los sujetos que apunten lo apropiado en cada caso. Esto tiene el inconveniente de que escribir es una tarea aburrida y los evaluados pueden resultar excesivamente escuetos. Una solución es llamar por teléfono o utilizar un sistema de video conferencia y mantener una conversación mientras el sujeto lleva a cabo las tareas. Esto es más barato que viajar pero tiene el problema del idioma.
- Contratar un consultor local. La usabilidad se está convirtiendo en una actividad profesional importante. En muchos países será posible contratar expertos que lleven a cabo las tareas de evaluación por nosotros. En otros países, no obstante, esto no será posible y será necesario utilizar otros medios. A veces se pueden contratar laboratorios completos que incluyen métodos de grabación, software de análisis y otras cosas de interés. En caso de usarse un consultor local, es posible pedir un informe con las cuestiones más importantes en nuestro idioma, lo cual significa un gran ahorro de esfuerzo por nuestra parte.

Otras consideraciones a tener en cuenta son las habituales en cualquier estudio de usabilidad. En primer lugar, hay que intentar hacer una selección de personas la más amplia posible, evitando usar sólo voluntarios que pueden estar más motivados o comprometidos con el programa que los usuarios normales. Por ejemplo, empleados de nuestra empresa en otra nación pueden no ser suficientemente críticos por temor a las consecuencias. Es necesario por tanto hacerles comprender la im-

portancia de conocer sus opiniones. En segundo lugar, tener en cuenta que las instrucciones y el material se puedan comprender con facilidad. En tercer lugar, no interferir con los usuarios cuando llevan a cabo las tareas y aceptar sus comentarios con el mínimo de crítica. Además, hay que facilitarles al máximo su participación, haciéndoles ver que el programa está todavía en un estado inacabado y que por tanto sus sugerencias tienen todavía la oportunidad de ser incluidas. En cuarto lugar, no hay que olvidar agradecer a los participantes su colaboración. Por último, no hay que olvidar que si alguna de las condiciones ideales de realización del estudio no se puede satisfacer, ello no nos tiene que desanimar en absoluto para llevarla a cabo a pesar de todo. Hay que recordar que la lección principal con la evaluación es que *cualquier evaluación es siempre más útil que no hacer ninguna evaluación.*

Conclusiones

Pensamos que no hay opciones. Los ordenadores personales y las telecomunicaciones han conectado el mundo. Hacer un software listo para todo el mundo es una necesidad y una obligación, no una opción. El mercado informático es global y para competir es necesario hacer programas para clientes de todo el mundo.

Partiendo de estas premisas es importante desde un principio tener en cuenta en el diseño los problemas que supone la internacionalización de las interfases.

Actividades de recapitulación

1) Visita www.amazon.co.uk Esta es una tienda de libros muy importante y diseñada para que cualquier usuario del mundo sea capaz de utilizarla. Comenta que te parece el lenguaje utilizado en esa página en términos de longitud, sencillez del vocabulario, etc.

2) Visita la página de Yahoo en España y en Estados Unidos. Comenta las diferencias que hay entre ellas y las razones culturales, lingüísticas o de otro tipo de éstas.

3) Singapur es una ciudad estado situada en Malasia pero independiente de este país. Es muy moderna y su composición demográfica es bastante compleja con población de origen chino, malayo e hindú conviviendo con una gran cantidad de elementos occidentales. Es además una gran productora de componentes tecnológicos y uno de sus idiomas oficiales es el inglés. Averigua algo más de esta ciudad y decide en qué idioma y que cultura base deberías de tomar como referente para una nueva base de datos de información turística de acceso público situada en un quiosco del aeropuerto de llegada.

Referencias

[KAN95] KANO N. *Developing international software for Windows 95 and Windows NT*. Microsoft Press, Readmon, WA, 1995

[MUL95] MULLET K. y SANO D. *Designing visual interfaces: communication oriented techniques*. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1994

[NIE00] NIELSEN J. *Usabilidad. Diseño de sitios web.* Prentice Hall, Madrid, 2000

Bibliografía

APPLE COMPUTER. *Guide to Macintosh software localization,* Addison–Wesley, Reading, MA, 1992

FERNÁNDEZ T. *Global interface design: a guide to designing international user interfaces.* Academic Press, Boston, MA, 1995

GALDO E. DEL y NIELSEN J. *International user interfaces.* John Wiley & Sons, Nueva York, NY, 1996

KANO N. *Developing international software for Windows 95 and Windows NT.* Microsoft Press, Readmon, WA, 1995

KARAT C. M. y KARAT J. «Perspectives on design and internationalization» en *Boletín de SIGCHI*, Vol. 28, Enero 1996

MARTIN O'DONNELL S. *Programming for the world: a guide to internationalization.* Prentice Hall, Nueva Jersey, NJ, 1994

MICROSOFT *The GUI guide. International terminology for the Windows interface.* Microsoft Press, Readmon, WA, 1993

MICROSOFT *Diseño de interfaz de usuario para aplicaciones Windows.* McGraw Hill, Madrid, 2000

NIELSEN J. *Usabilidad. Diseño de sitios web.* Prentice Hall, Madrid, 2000

NORMAN D. A. *La psicología de los objetos cotidianos.* Nerea, Madrid, 1988

UNICODE CONSORTIUM. *The Unicode Standard*. Addison–Wesley, Nueva York, NY, 1991

UNICODE CONSORTIUM *The Unicode Standard Worldwide Character Encoding*, Vol. I y II. Addison–Wesley, Nueva York, NY, 1992

UREN E., HOWARD R. y PERINOTTI T. *Software internationalization and localization: an introduction.* Van Nostrand–Reinhol, Nueva York, NY, 1993

Enlaces interesantes

Internacionalización y Localización:

- Internationalization (Tutorial)
- Internationalization FAQ
- Internationalization of User Interfaces
- Windows Interface Guidelines: Internationalization
- W3C Internationalization and Localization

Unicode:

- Unicode Home Page
- Java Tools: International classes for Unicode

ASCII:

- ASCII–ISO8859

Java:

- Java Internationalization

Estándares y guías

Ana Belén Martínez
Juan Manuel Cueva
Universidad de Oviedo

1 Estándares y guías

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 Principios y directrices 4
2 Estándares 8
3 Estándares de iure en IPO 12
4 Guías de estilo 18
5 Guías de estilo corporativas 24
6 Consideraciones sobre los estándares y las guías de estilo 25
Conclusiones 26
Referencias 26
Bibliografía 27
Enlaces interesantes 28

Objetivos

- Conocer la diferencia entre principios y directrices
- Conocer los diferentes estándares existentes relacionados con IPO
- Conocer las diferentes guías de estilo existentes
- Ver la necesidad y utilidad de los estándares y las guías de estilo

Introducción

Antiguamente el software era diseñado con poca consideración hacia el usuario: el usuario debía adaptarse al sistema. Sin embargo, esto hoy en día no puede ocurrir. Está claro que la interfaz de un software bien diseñado debería establecer, al igual que ocurre con los buenos educadores en la enseñanza, un enlace o relación con los usuarios, guiándoles en el aprendizaje y haciéndoles que disfruten de lo que están haciendo.

Evidentemente, para conseguir esto es necesario un buen entendimiento del modelo mental del usuario, así como de sus habilidades psíquicas, físicas y psicológicas. Sin embargo, los diseñadores generalmente no son expertos en estos temas. Es por eso que esta información, consensuada por la mayoría de los expertos en la materia, se ha plasmado en unos principios generales de diseño de interfaces de usuario.

Estos principios son conceptos de muy alto nivel que deberían ser empleados en el diseño del software. Sin embargo, para ciertos productos y situaciones unos principios pueden entrar en conflicto con otros. Son necesarias entonces unas *reglas de diseño* [DIX98] que guíen al diseñador con el fin de incrementar la usabilidad del producto a diseñar.

Estas reglas de diseño pueden clasificarse en estándares y directrices, dónde de una forma aproximada podemos decir que, los estándares son altos en autoridad[1] y limitados en aplicación, mientras que las directrices son más bajas en autoridad y más generales[2] en aplicación.

La mayoría de los sistemas de interfaces gráficas de usuario han publicado directrices que describen como asociar estos principios abstractos a entornos de programación específicos. Estas directrices reciben el nombre de guías de estilo y reflejan que no son reglas estrictas, sino convenciones sugeridas para programar en dicho entorno.

Las guías de estilo permiten a los diseñadores tener marcos generales de diseño que les pueden ayudar a tomar decisiones correctas en sus diseños. Estas guías pueden adoptar una gran variedad de formas y se pueden obtener en diferentes sitios, como por ejemplo en artículos de revistas académicas, profesionales o comerciales que dan una buena referencia del estado actual en cuanto a práctica y experiencia.

Una empresa con el fin de mantener su imagen corporativa puede disponer también de una guía de estilo propia que recibe el nombre de guía de estilo corporativa.

1 Principios y directrices

Principios

> *Un principio es una sentencia en un sentido muy amplio que normalmente está basada en la investigación hecha de como las personas aprenden y trabajan.*

Estos principios están basados en ideas de alto nivel y de aplicación muy general. Son bastante abstractos. Un ejemplo de un principio relacionado, por ejemplo, con la asistencia a los usuarios podría ser:

---

[1] Entendiendo la autoridad como una indicación de si la regla debe ser seguida en diseño o si solamente es sugerida

[2] Entendiendo la generalidad como una indicación de si la regla puede ser aplicada a muchas o a pocas situaciones de diseño

Asistencia: asistir al usuario en la realización de las diferentes tareas.

A continuación describiremos principios expuestos por diferentes autores, y que nos pueden dar una idea de lo que opina la comunidad de IPO en este aspecto:

SIMPSON [SIM85]

- Definir los usuarios
- Dejar el control a los usuarios
- Minimizar el trabajo de los usuarios
- Hacer programas sencillos
- Mantener la consistencia
- Proporcionar realimentación
- No cargar la memoria de trabajo
- No abusar de la memoria a largo plazo

PREECE [PRE94]

- Estudiar la población de usuarios

  Éste es un aspecto difícil de conseguir teniendo en cuenta los diferentes tipos de usuario que se pueden presentar. Esto lleva, por ejemplo, a la conveniencia de emplear atajos (*shortcuts*) normalizados para usuarios experimentados, de forma que dispongan de más de una opción para desarrollar una tarea.

- Reducir la carga cognitiva

  Aspecto relacionado con el hecho de que el usuario no tenga que aprender una gran cantidad de detalles.

- Aplicar ingeniería para resolver la problemática del error humano

  Una excusa que normalmente se utiliza es que los errores surgen debido a errores humanos. No obstante, las personas siempre cometen errores de los cuales posteriormente aprenden.

- Mantener consistencia

  La consistencia emerge de operaciones y representaciones estándar, así como por el empleo de las metáforas apropiadas.

MANDEL [MAN97]

- Colocar a los usuarios en el control de la interfaz

  Esto se traduce en una serie de principios más concretos, entre los que se encuentran:

  - Emplear los modos adecuadamente.
  - Permitir a los usuarios emplear el teclado y el ratón
  - Permitir a los usuarios cambiar la atención
  - Mostrar mensajes y texto descriptivos
  - Proporcionar acciones inmediatas, reversibles y realimentación
  - Acomodar a los usuarios con diferentes niveles de habilidad
  - Hacer la interfaz de usuario transparente
  - Permitir al usuario personalizar la interfaz
  - Permitir a los usuarios manipular los objetos de la interfaz

- Reducir la carga de memoria de los usuarios

La memoria humana tiene una serie de capacidades y limitaciones que deben considerarse cuando se están diseñando las interfaces. Existen una serie de principios que reducen la carga de memoria del usuario:

- Aliviar la memoria a corto plazo
- Confiar en el reconocimiento
- Proporcionar pistas visuales
- Proporcionar opciones por defecto
- Proporcionar atajos
- Promover la sintaxis objeto–acción
- Emplear metáforas del mundo real
- Emplear la revelación progresiva para evitar abrumar al usuario.
- Promover la claridad visual

- Hacer la interfaz consistente

  Lo que permitirá que los usuarios puedan transferir su conocimiento y aprendizaje a un nuevo programa siempre que éste sea consistente con otros programas que ya haya usado. Los principios que ayudan a lograr una interfaz consistente son:

  - Preservar el contexto de trabajo de los usuarios
  - Mantener la consistencia dentro y entre productos
  - Conservar los resultados para las mismas interacciones
  - Animar la exploración de la interfaz

Dix [DIX98]

- Facilidad de Aprendizaje

  De forma que el usuario novel comprenda como utilizar inicialmente un sistema interactivo, y como a partir de esta utilización puede llegar a un máximo nivel de conocimiento y rendimiento del sistema. Los principios que colaboran para conseguir este objetivo son:

  - Capacidad de predicción
  - Capacidad de síntesis
  - Familiaridad
  - Generalización
  - Consistencia

- Flexibilidad

  Haciendo referencia a la multiplicidad de formas en las que el usuario y el sistema intercambian información. Para esto se identifican varios principios:

  - Iniciativa en el diálogo
  - Multi–hilo
  - Migración de tareas
  - Capacidad de sustitución
  - Configurabilidad

- Robustez

  Que hace referencia a las características que permiten cumplir los objetivos y su evaluación. Los principios de cara a conseguir dicha solidez son:

- Capacidad de observación
- Capacidad de recuperación
- Tiempos de respuesta aceptables
- Adecuación de las tareas

SCHNEIDERMAN [SCH98]

- Reconocer la diversidad

  Antes de comenzar un diseño se debe realizar la caracterización de los usuarios y de las situaciones, de forma tan precisa y completa como sea posible.
- Prevenir los errores antes de que ocurran
- Emplear, entre otras, las siguientes reglas en el diseño de las interfaces:
  - Consistencia
  - Permitir atajos a los usuarios experimentados
  - Proporcionar realimentación informativa
  - Ofrecer prevención de errores y una gestión de errores sencilla
  - Permitir que se puedan deshacer acciones
  - Reducir la carga cognitiva de la memoria a corto plazo

IBM [IBM01]

- Simplicidad

  No sacrificar la usabilidad del programa por la funcionalidad del mismo.
- Apoyo

  Hay que proporcionar el control al usuario sobre el sistema y suministrarle asistencia para facilitar la realización de las tareas.
- Familiaridad

  Construir el producto según el conocimiento previo del usuario, lo que le permitirá progresar rápidamente.
- Evidencia

  Hacer los objetos y sus controles visibles e intuitivos. Emplear siempre que se pueda representaciones del mundo real en la interfaz.
- Estímulo

  Hacer las acciones previsibles y reversibles. Las acciones de los usuarios deberían producir los resultados que ellos esperan.
- Satisfacción

  Crear una sensación de progreso y logro en el usuario.
- Disponibilidad

  Hacer todos los objetos disponibles de forma que el usuario pueda usar todos sus objetos en cualquier secuencia y en cualquier momento.
- Seguridad

  Evitarle errores al usuario proporcionándole diferentes tipos de ayuda bien de forma automática o bien a petición del propio usuario.
- Versatilidad

  Soportar diversas técnicas de interacción, de forma que el usuario pueda seleccionar el método de interacción más apropiado para su situación.
- Personalización

Permitiendo a los usuarios adaptar la interfaz a sus necesidades.

- Afinidad

  Permitir que a través de un buen diseño visual los objetos sean afines a otros de la realidad cotidiana. Dicho principio incluye en cierto modo los siguientes:

  - Diseño substractivo: eliminar cualquier elemento que no ayude a una comunicación visual.
  - Herencia Visual: que establece una jerarquía visual de las tareas de usuario por orden de importancia. Emplea la posición relativa y el contraste en el color y tamaño para incrementar la prominencia visual de un objeto.
  - Similitud: los usuarios deben determinar de una forma intuitiva el uso de un objeto al relacionarlo con otro del mundo real.
  - Esquema Visual: se debe diseñar un esquema visual que se asemeje al modelo del usuario.

Directrices

> *Las directrices recomiendan acciones basándose en un conjunto de principios de diseño. Generalmente son más específicas que los principios y requieren menos experiencia para entenderlas e interpretarlas que éstos.*

Un ejemplo de una directriz relacionada con el principio de asistencia al usuario mencionado en el apartado anterior podría ser:

> *"Proporcionar ayuda contextual para cada opción y objeto sobre el que pueda posicionarse el cursor".*

Cada principio en general es un objetivo, pero no dice como conseguirlo. Las directrices son objetivos más específicos que los especialistas en IPO concretan a partir de los principios para usuarios, entornos y tecnologías diferentes.

Las directrices permiten asegurar consistencia a través de las diferentes partes de un sistema, o a través de una familia de sistemas. Por este motivo es tan importante para las organizaciones que desarrollan software, disponer de unas directrices que puedan seguir sus desarrolladores.

BROWN en su libro *Human Computer Interface Guidelines* [BRO88] resume los objetivos de las directrices cuando nos dice que nos dan una aproximación sistemática a:

- Aprovechar la experiencia práctica
- Difundir e incorporar experiencia experimental aplicable
- Incorporar reglas de sentido común
- Promover consistencia entre los diseñadores responsables de partes diferentes de la interfaz
- Como a veces pueden provocar conflictos siempre es importante aplicar test de usabilidad para tratar de resolverlos.

2 Estándares

> *Un estándar es un requisito, regla o recomendación basada en principios probados y en la práctica. Representa un acuerdo de un grupo de profesionales oficialmente autorizados a nivel local, nacional o internacional* [SMI96].

Los estándares pueden ser, por tanto:

Locales: diseño o práctica aceptada desde una industria, organización profesional o entidad empresarial.

Nacionales*:* convención aceptada por una amplia variedad de organizaciones dentro de una nación.

Internacionales: consenso entre organizaciones de estándares a nivel mundial.

El objetivo de los estándares es hacer las cosas más fáciles, definiendo características de objetos y sistemas que se utilizan cotidianamente. El diseño de un teclado de teléfono es un estándar que se utiliza continuamente. El teclado QWERTY es otro estándar importante que nos permite interaccionar con cualquier ordenador.

Hay estándares en todas las industrias, así por ejemplo, en la industria de la construcción, los estándares permiten al arquitecto y al constructor comunicarse con todo el mundo que participa en la construcción de una obra. Pueden transferir sus conocimientos porque todo el mundo reconoce los estándares involucrados en el proceso de construcción. Hay estándares mecánicos, eléctricos, etc. que facilitan la realización de las tareas.

La industria informática también tiene estándares, y esos estándares pueden aplicarse tanto al hardware como al software.

Están definidos estándares de pantallas, teclados, unidades centrales y hasta de mobiliario. Por ejemplo, si necesitamos un cable para conectar el ordenador a la impresora seguramente sea un cable paralelo estándar con los conectores estándar. La mayoría de los estándares hardware reflejan la importancia de la ergonomía en las interfaces de usuario. Por ejemplo, un estándar hardware internacional enuncia: "la inclinación del teclado debería estar entre 0 y 25 grados".

Los estándares software se aplican generalmente a características básicas de la interfaz de usuario. Con el hecho de desarrollar estándares para la interfaz se intenta conseguir un software más fácil y seguro, estableciendo unos requisitos mínimos de fabricación y eliminando inconsistencias y variaciones innecesarias en las interfaces. Podemos entender los estándares como una manera de asegurar que los factores humanos de calidad estarán incorporados en el sistema.

Podríamos resumir los beneficios que supone la utilización de estándares diciendo lo que éstos favorecen:

- Una terminología común

  Esto permite que los diseñadores sepan que están discutiendo los mismos conceptos, con lo que se pueden hacer valoraciones comparativas.

- El mantenimiento y la evolución

  Porque todos los programas tienen la misma estructura y el mismo estilo.

- Una identidad común

  Lo que hace que todos los sistemas sean fáciles de reconocer.

- Reducción en la formación

  Los conocimientos son más fáciles de transmitir de un sistema a otro si por ejemplo, las teclas de órdenes están estandarizadas.

- Salud y seguridad

  Si los sistemas han pasado controles de estandarización es difícil que tengan comportamientos inesperados.

Hay dos tipos de estándares: estándares *de iure* y estándares *de facto*, que examinaremos a continuación con más detalle.

Estándar *de iure*

Los estándares de iure son generados por un comité con estatus legal y están avalados por el apoyo de un gobierno o institución para producir estándares. Para hacer un estándar de iure se ha de seguir un proceso complejo. Primeramente, se confecciona un documento preliminar que se ha de hacer público, después cualquier persona o empresa puede presentar enmiendas de los borradores del documento. Estas enmiendas han de ser comentadas y resueltas. Después de un cierto tiempo, a veces años, se consigue un consenso y se acepta el nuevo estándar.

En informática existen una serie de comités que han participado en la creación de muchos estándares de iure, como por ejemplo: ANSI, API, ASME, ASQ, ASTM, AWS, BSI, CSA, DIN, EIA, FORD, GM, ICEA, IEC, IEEE, IPC, ISA, ISO, JSA, NEMA, SAE, TIA, UL... De todos estos destacamos los más importantes:

1) ISO: Organización Internacional para Estándares

URL: http://www.iso.ch/iso/en/ISOOnline.openerpage

La Organización Internacional para Estándares (*International Organization for Standardization*, ISO) con sede en Ginebra, es una federación mundial de cuerpos de estándares nacionales de más de 130 países.

Fundada en 1947, ISO es una organización no gubernamental cuya misión es promover el desarrollo de la estandarización y actividades relacionadas a nivel mundial, con la intención de facilitar el intercambio internacional de bienes y servicios, y para desarrollar la cooperación en el ámbito económico, científico, tecnológico e intelectual. El ámbito de un estándar ISO incluye todos los campos excepto básicamente la ingeniería eléctrica (responsabilidad de IEC).

El trabajo de ISO acaba en acuerdos internacionales que son publicados como estándares internacionales.

2) IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

URL: http://www.iec.ch

La Comisión Electrotécnica Internacional (*International Electrotechnical Commission*, IEC) fue fundada en 1906, y es una organización no gubernamental compuesta por comités en más de 40 países. Su trabajo es realizado por 88 comités técnicos, más de 100 subcomités y varios cientos de grupos de trabajo, donde cada grupo es responsable del desarrollo de estándares para un sector específico de la tecnología. Su misión es preparar y publicar estándares internacionales de temas relacionados con la ingeniería eléctrica y electrónica, y tecnologías relacionadas.

IEC coopera estrechamente con ISO. La coordinación de ambas asociaciones es responsabilidad del Comité Técnico de Conexión (*Joint Technical Committee*, JTC). El JTC para los estándares en el campo de la tecnología de la información es el 1.

3) ANSI: Instituto Nacional Americano para Estándares

URL: http://www.ansi.org

El Instituto Nacional Americano para Estándares (*American National Standards Institute*, ANSI) se dedica desde hace más de 80 años a administrar y coordinar la

estandarización voluntaria del sector privado de la industria de los Estados Unidos. Creado el 18 de Octubre de 1918 por cinco sociedades de ingeniería y tres agencias gubernamentales, sigue su papel hoy en día como un Instituto de carácter privado sin ánimo de lucro, dedicado a la representación de los intereses de casi 1.000 compañías, organizaciones y agencias del gobierno. Su principal misión consiste en ampliar la competitividad de las empresas de los Estados Unidos a través de la generación de estándares.

4) IEEE: Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Americano. Asociación para Estándares

URL: http://standards.ieee.org

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos Americano (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*, IEEE) es una asociación profesional técnica, sin ánimo de lucro, con socios en más de 150 países. La actividad de IEEE en relación con los estándares es desarrollar y publicar estándares generalmente aceptados, que promoverán la teoría y la práctica de la ingeniería eléctrica, electrónica e informática, así como del resto de ramas de la ingeniería o artes y ciencias relacionadas. Trabaja conjuntamente con otros cuerpos de estandarización, nacionales e internacionales, con el fin de difundir estándares en el campo de la electrotecnología.

Dentro de IEEE existe una Asociación para Estándares (*IEEE Standards Association*) que es la responsable de gestionar los estándares. Dicha asociación tiene dos órganos de gobierno: el consejo directivo y el consejo de estándares. Éste último es el encargado de fomentar y coordinar el desarrollo y la revisión de estándares, así como la aprobación de proyectos.

5) CEN: Comité Europeo para la Estandarización

URL: http://www.cenorm.be

El Comité Europeo para la Estandarización (*Comité Européen de Normalisation*, CEN) es el principal proveedor de estándares europeos y especificaciones técnicas. Es la única organización europea reconocida para planear y adoptar estándares europeos en todas las áreas de la actividad económica, con la excepción de la electrotecnología (*European Committee for Electrotechnical Standardization*, CENELEC) y las telecomunicaciones (*European Telecommunications Standards Institute*, ETSI). Su misión es promover la coordinación técnica voluntaria en Europa en conjunción con cuerpos internacionales y sus socios en Europa.

6) W3C: Consorcio para World Wide Web

URL: http://www.w3.org

El Consorcio para World Wide Web (*World Wide Web Consortium*, W3C) fue creado en 1994 por TIM BERNERS–LEE (inventor de la Web) en el Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT, EE.UU.), y con la colaboración del Instituto Nacional de Investigación en Informática y Automática (INRIA, Francia) y la Universidad Keio de Japón. Su objetivo es llevar el World Wide Web a su pleno potencial, desarrollando protocolos comunes que promueven su evolución y aseguran su interoperabilidad.

W3C está constituido por más de 500 organizaciones alrededor del mundo, y contribuye a estandarizar las tecnologías Web produciendo especificaciones (llamadas

'recomendaciones') que describen los bloques de construcción de la Web. El consorcio tiene grupos de trabajo que crean recomendaciones en áreas relacionadas con las interfaces de usuario tales como la accesibilidad, la internacionalización, etc. Estas recomendaciones y otros informes técnicos están disponibles de forma totalmente gratuita.

Estándar de *facto*

Son estándares que nacen a partir de productos de la industria que tienen un gran éxito en el mercado, o bien a partir de desarrollos hechos por grupos de investigación de universidades y que tienen una gran difusión. Estos productos o proyectos de investigación llegan a tener un uso muy generalizado, convirtiéndose, por tanto, en estándares de facto (por ejemplo el sistema X Window). Su definición se encuentra en los manuales, libros o artículos. Son técnicamente muy valiosos y muy utilizados.

3 Estándares de iure en IPO

La publicación de estándares de la interfaz es un tema relativamente reciente, aunque es una preocupación desde hace muchos años. En este tema probablemente la organización para hacer estándares internacionales ISO, ha sido la más activa.

En este apartado queremos mencionar la existencia de estándares de iure que están relacionados con el diseño de sistemas interactivos. De estos estándares algunos están ya completamente publicados, mientras que otros están en proceso de elaboración, ya que tal y como se mencionó con anterioridad, la creación de un estándar es un proceso complejo y largo en el que los documentos van pasando por diferentes estados. En la tabla siguiente, y a modo de ejemplo, se reflejan los diferentes estados implicados en el proceso de desarrollo de un estándar ISO.

Estado	Tipo documento	Documento	Descripción
1	AWI	*Approved Work Item* Elemento de trabajo aprobado	Previo a un borrador de trabajo
2	WD	*Working Draft* Borrador de trabajo	Borrador preliminar para su debate por un grupo de trabajo
3	CD	*Committee Draft* Borrador de comité	Borrador completo para votación y comentarios técnicos por cuerpos nacionales
	CD TR o TS	*Committee Draft, Technical Report/Specification* Borrador de comité de un informe o especificación técnica	
4	CDV	*Committee Draft for Vote* Borrador de comité para votación (IEC)	Borrador final para votación y comentarios editoriales por cuerpos nacionales
	DIS	*Draft International Standard* Borrador de un estándar internacional	

	FCD	*Final Committee Draft* Borrador final del comité (JTC1)	
	DTR o DTS	*Draft Technical Report/Specification* Borrador de una especificación o informe técnico	
5	FDIS	*Final Draft International Standard* Borrador final de un estándar internacional	Texto para la publicación por aprobación fina
6	ISO	*International Standard* Estándar internacional	Documento publicado
	ISO TR o TS	*Technical Report or Specification* Especificación o informe técnico	

Tabla 1 Estados implicados en el proceso de desarrollo de un estándar ISO

A continuación se muestra una posible clasificación de los estándares relacionados con IPO, para pasar con posterioridad a describir brevemente algunos de los más relevantes y que ya están completamente publicados, o bien tienen alguna de sus partes ya publicadas.

Conviene destacar que el proceso de confección de estándares está en continua evolución con lo que parte de la información aquí presentada está sujeta a modificaciones constantes.

Tipo	Principios y recomendaciones	Especificaciones
Contexto	ISO/IEC 9126–1	ISO AWI 20282 Usabilidad de productos cotidianos
	ISO/IEC TR 9126–4	
	ISO 9241–11	
Interfaz e Interacción	ISO/IEC TR 9126–2	ISO 9241. Partes 3–9
	ISO/IEC TR 9126–3	ISO/IEC 10741–1
	ISO 9241. Partes 10–17	ISO/IEC 11581
	ISO 11064	ISO 13406
	ISO 14915 Ergonomía del software para interfaces de usuario multimedia	ISO/IEC 14754
	IEC TR 61997 Directrices para las interfaces de usuario en equipos multimedia para usos de propósito general	ISO/IEC FDIS 18021 Tecnología de la información – Interfaces de usuario para herramientas móviles

		ISO AWI 18789 Requisitos ergonómicos y técnicas de medida para elementos visuales electrónicos
Documentación	ISO/IEC WD 18019 Directrices para el diseño y preparación de la documentación	ISO/IEC 15910
Proceso de Desarrollo	ISO 13407	ISO/IEC 14598
	ISO CD TR 16982 Métodos de usabilidad que soportan diseño centrado en el usuario	
Capacidad	ISO TR 18529	
Otros	ISO 9241–1	
	ISO 9241–2	
	ISO 10075	
	ISO WD TR 16071 Guía sobre accesibilidad para interfaces persona–ordenador	

Tabla 2 Posible clasificación de los estándares relacionados con IPO

ISO/IEC 9126

Este estándar define la usabilidad como una contribución relativamente independiente a la calidad del software, asociada con el diseño y la evaluación de la interfaz de usuario y la interacción. Define métricas para la usabilidad y la calidad de uso.

ISO/IEC 9126 Evaluación de productos software – características de calidad y directrices para su uso		
		Estado
Parte 1	Modelo de calidad	IS
Parte 2	Métricas externas	CD
Parte 3	Métricas internas	CD
Parte 4	Métricas para la calidad de uso	CD

ISO 9241

ISO 9241 es un estándar de iure relacionado con los requisitos ergonómicos para trabajar con terminales de presentación visual (*Visual Display Terminals*, VDT). Las tareas de la oficina incluyendo procesamiento de textos y datos son cubiertas por este estándar.

Aunque este estándar se centró originalmente en los requisitos hardware para los VDT, pronto evolucionó para incluir requisitos software. Está compuesto de 17 partes que tratan cuatro áreas principales:

- Introducción y descripción general (partes 1–2)
- Requisitos hardware (partes 3–9):
- Requisitos del entorno (parte 6)

- Requisitos software (partes 10–17)

ISO 9241 Requisitos ergonómicos para trabajar con terminales de presentación visual (VDTs)		
		Estado
Parte 1	Introducción general	IS
Parte 2	Orientación sobre los requisitos de las tareas	IS
Parte 3	Requisitos de la presentación visual	IS
Parte 4	Requisitos de teclado	IS
Parte 5	Diseño de estaciones de trabajo y requisitos de las posturas	IS
Parte 6	Orientación sobre el entorno de trabajo	IS
Parte 7	Requisitos para la visualización con reflejos	IS
Parte 8	Requisitos para colores visualizados	IS
Parte 9	Requisitos para dispositivos de entrada no–teclado	IS
Parte 10	Principios de diálogos	IS
Parte 11	Orientación sobre usabilidad	IS
Parte 12	Presentación de información	IS
Parte 13	Orientación del usuario	IS
Parte 14	Diálogos de menús	IS
Parte 15	Diálogos de comandos	IS
Parte 16	Diálogos de manipulación directa	IS
Parte 17	Diálogos para completar formularios	IS

ISO/IEC 10741

Este estándar define como deben iniciar, controlar y monitorizar los usuarios las posibilidades del sistema para controlar los cursores en sistemas de texto por medio de funciones de control.

Inicialmente tenía dos partes, y finalmente la parte 2 fue cancelada permaneciendo como estándar internacional desde 1995 la parte 1, que especifica como debería moverse el cursor sobre la pantalla en respuesta al uso de las teclas de los cursores.

ISO/IEC 10741 Interacción de diálogos		
		Estado
Parte 1	Control del cursor para edición de textos	IS
Parte 2	Control del cursor para hojas de cálculo	Cancelada

ISO/IEC 11581

Este estándar internacional comprende seis partes que se aplican a los iconos que son visualizados en la pantalla del ordenador. Estos iconos representan datos o funciones del sistema con los que los usuarios pueden interactuar o manipular.

ISO/IEC 11581 Símbolos y funciones de los iconos		
		Estado
Parte 1	Iconos–general	IS
Parte 2	Iconos de objetos	IS
Parte 3	Iconos de punteros	IS
Parte 4	Iconos de controles	CD
Parte 5	Iconos de herramientas	FCD
Parte 6	Iconos de acciones	IS

ISO 11064

Este estándar está dividido en ocho partes que contienen principios ergonómicos, recomendaciones y directrices para el diseño de los centros de control.

ISO 11064 Diseño ergonómico de centros de control		
		Estado
Parte 1	Principios para el diseño de centros de control	IS
Parte 2	Principios para la organización del control	IS
Parte 3	Disposición del sitio de control	IS
Parte 4	Disposición y dimensiones de las estaciones de trabajo	CD
Parte 5	Interfaces persona – sistema	WD
Parte 6	Requisitos del entorno para los sitios de control	CD
Parte 7	Principios para la evaluación de los centros de control	WD
Parte 8	Requisitos ergonómicos para aplicaciones específicas	WD

ISO 13406

Este estándar establece los requisitos ergonómicos de la calidad de la imagen para el diseño y evaluación de presentaciones visuales basadas en paneles planos. También especifica métodos para determinar la calidad de la imagen.

ISO 13406 Requisitos ergonómicos para trabajar con presentaciones visuales basadas en paneles planos		
		Estado
Parte 1	Introducción	IS
Parte 2	Requisitos ergonómicos para presentaciones visuales en paneles planos	IS

ISO/IEC 14754

Este estándar comprende una única parte que define un conjunto de comandos de gestos básicos y reacciones para interfaces basadas en lápiz. Los gestos que incluye son: seleccionar, borrar, insertar espacio, saltar línea, mover, copiar, cortar, pegar, desplazar y deshacer.

ISO/IEC 14754 Gestos comunes para la edición de textos con sistemas basados en lápiz		
		Estado
	Gestos comunes para la edición de textos con sistemas basados en lápiz	IS

ISO/IEC 15910

Este estándar especifica el proceso mínimo para crear documentación para el software que tiene una interfaz de usuario. Incluye documentación impresa (por ejemplo, manuales de usuario y de referencia rápida) y documentación en línea.

ISO/IEC 15910 Proceso de documentación de software de usuario		
		Estado
	Proceso de documentación de software de usuario	IS

ISO 13407

Este estándar proporciona una orientación sobre las actividades de diseño centradas en la persona a lo largo del ciclo de vida de sistemas interactivos basados en ordenadores. Describe el diseño centrado en el usuario como una actividad multidisciplinar que incorpora factores humanos, y técnicas y conocimientos ergonómicos, con el fin de conseguir efectividad y eficiencia, y mejorar las condiciones de trabajo para las personas.

ISO 13407 Procesos de diseño centrados en la persona para sistemas interactivos		
		Estado
	Procesos de diseño centrados en la persona para sistemas interactivos	IS

ISO/IEC 14598

Este estándar comprende seis partes que especifican el proceso a seguir para evaluar software. La primera parte incluye la definición original de la calidad en el uso.

ISO/IEC 14598 Evaluación de productos software		
		Estado
Parte 1	Visión general	IS
Parte 2	Planificación y gestión	IS
Parte 3	Proceso para los desarrolladores	IS
Parte 4	Proceso para los adquirientes	IS
Parte 5	Proceso para los evaluadores	IS
Parte 6	Documentación de los módulos de evaluación	IS

ISO TR 18529

Este estándar puede ser empleado para evaluar el punto al que una organización es capaz de llevar el diseño centrado en la persona. Contiene una lista formalizada y

estructurada de procesos centrados en la persona: especificar el usuario y los requisitos de la organización, producir las soluciones de diseño, evaluar los diseños a partir de los requisitos, etc.

ISO TR 18529 Descripciones de los procesos del ciclo de vida centrados en la persona		
		Estado
	Descripciones de los procesos del ciclo de vida centrados en la persona	IS

ISO 10075

Este estándar comprende tres partes. Las dos primeras, reconocidas como estándares internacionales, especifican definiciones y términos relacionados con la sobrecarga mental y enuncian determinados principios ergonómicos relacionados con la misma. La tercera parte, todavía no aprobada como estándar, es la encargada de la medida y valoración de la sobrecarga.

ISO 10075 Principios ergonómicos relacionados a la sobrecarga mental		
		Estado
Parte 1	Términos y definiciones generales	IS
Parte 2	Principios de diseño	IS
Parte 3	Medida y valoración de la sobrecarga mental	WD

4 Guías de estilo

Para poder asegurar consistencia a través de las diferentes partes de un sistema o a través de una familia de sistemas, es fundamental para los desarrolladores basar sus diseños en un conjunto de principios y directrices. Esto permite transferir sus conocimientos a los usuarios de la interfaz, dentro de un producto y a todas las aplicaciones en que trabaja. Por este motivo es tan importante para las organizaciones que desarrollan software disponer de una guía que puedan seguir sus desarrolladores. Estas guías se denominan *guías de estilo* y varían mucho en sus objetivos.

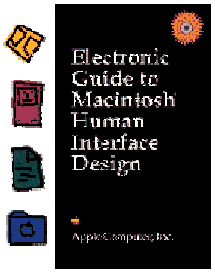
Las hay de dos tipos: *guías de estilo comercial*, producidas por fabricantes de software y hardware, que son en general estándares de facto, y *guías de estilo corporativas,* confeccionadas por las empresas para su propio uso.

La ventaja más evidente de las guías de estilo es que aseguran una mejor usabilidad mediante la consistencia que imponen. En el lenguaje industrial al hablar de un cierto tipo de guía de estilo se le da la denominación de *look and feel*.

Guías de estilo comerciales

Son guías de estilo diseñadas por las empresas de software. Están basadas en principios y contienen directrices que se concretan a muy bajo nivel. Las guías de estilo más relevantes son en las que están basadas los entornos operativos más importantes: Macintosh, OS/2, Windows y UNIX. Estos sistemas son propiedad de las empresas informáticas más importantes y cada una de ellas ha publicado su guía de estilo propia.

Apple



Apple publicó su primera guía el año 1985, *Human Interface Guidelines: The Apple Desktop Interface* en *Inside Macintosh*, con más de 600 páginas. Su nueva guía, *Macintosh Human Interface Guidelines* [APP92], publicada en 1992 es un libro muy ameno y con muchos ejemplos y gráficos. Acompañando a esta guía se han incorporado una serie de presentaciones multimedia en CD–ROM, *Making it Macintosh,* que contienen ejemplos animados que demuestran el empleo correcto de los elementos de interfaz de Macintosh, incluyendo ejemplos visuales que ilustran la apariencia y comportamiento de menús, diálogos, iconos, etc.

Combinando ambos elementos, está disponible actualmente la *Electronic Guide to Macintosh Human Interface Design*, que contiene enlaces hipertexto para una navegación sencilla entre el libro y las presentaciones multimedia de *Making It Macintosh.*

Más recientemente, Apple ha publicado *Mac OS 8 Human Interface Guidelines*, que describe las incorporaciones y los cambios a realizar en *Macintosh Human Interface Guidelines* relacionados con la versión 8 del Mac OS, pero que no reemplaza a ésta guía en absoluto.

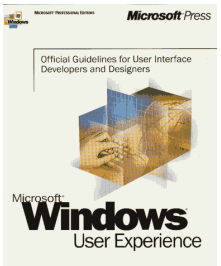
CUA

La primera guía de las normas CUA que describía el estilo de interfaz de usuario *Common User Access* (CUA) de IBM fue publicada en 1987. En 1989, aparece la segunda versión de dicha guía con el nombre *Advanced Interface Design Guide*.

Hasta 1991 IBM y Microsoft trabajaron juntos, de forma que cuando se publicaron estas normas ambos estaban todavía juntos por lo que las interfaces de usuario de los dos sistemas, DOS/Windows y OS/2, siguieron dichas normas. Esto supuso un éxito inmediato de estas normas y su reconocimiento como estándares de facto, debido sobre todo a la fuerza de IBM como primera empresa informática mundial.

En 1992, IBM publica *Object–Oriented Interface Design: IBM Common User Access Guidelines* [IBM92], donde está completamente documentado uno de los primeros entornos de trabajo orientados a objeto.

Microsoft



En 1992, Microsoft publicó su primera guía en solitario: *Microsoft. The Windows Interface: An Application Design Guide*. En 1995 publica la siguiente versión *The Windows Interface Guidelines for Software Design*, que cubre el diseño de interfaces para el entorno Windows 95.

En el año 2000 se publica *The Microsoft Windows User Experience* [MIC99], que incluye información para diseñar interfaces de usuario para aplicaciones que se ejecutan bajo Microsoft Windows 98 y Microsoft Windows 2000. Se incluye también en esta guía el soporte para las nuevas interfaces y convenciones empleadas en estos sistemas operativos. Esta guía referencia, sin ser una guía para el diseño de páginas web, recomendaciones para aplicaciones con estilo Web.

Common Desktop Environment (CDE)

CDE es una interfaz gráfica de usuario para UNIX en sus diferentes variantes (AIX, Digital UNIX, HP/UX, Solaris, ...), que ha sido desarrollada conjuntamente por HP, IBM, Novell y Sun, y que ha sido aprobada por la organización de estándares X/Open. Proporciona una especificación y una implementación de referencia de un entorno de escritorio, tanto para desarrolladores como usuarios de UNIX. Su objetivo es facilitar el uso de UNIX.

CDE está basado en estándares de facto de la industria como X.11, Motif y Tooltalk. De hecho, para escribir una aplicación conforme con el entorno CDE se deben considerar las guías de estilo de CDE (*Common Desktop Environment: Style Guide 1.0 and Certification Checklist*) y de Motif (OSF/Motif Style Guide). Sin embargo, con la versión 2.1 de Motif la guía de estilo que se publica incluye ya las guías de estilo de ambos, Motif 2.1 y CDE 2.1.

Motif

Motif es una interfaz gráfica de usuario para el sistema X Window desarrollada por la Open Software Foundation (OSF), un consorcio de empresas de informática entre las cuales se encontraban Hewlett–Packard y Microsoft. Proporciona una interfaz consistente para el entorno UNIX, permitiendo que los usuarios trabajen con múltiples aplicaciones que tiene características similares y consistentes.

Es importante, por tanto, tener en cuenta el hecho de que Motif, Windows y OS/2 parten de la misma guía de estilo original, las normas CUA, lo que les da un interés especial por el hecho de que asegura una consistencia entre todas las aplicaciones desarrolladas para estos entornos, y que constituyen el 90% de los sistemas informáticos existentes. Aunque esta uniformidad parecía muy útil, la ruptura entre IBM y Microsoft implicó que posteriormente cada uno publicara sus propias guías por separado, apareciendo así algunas diferencias con relación a las normas CUA originales.

Casi paralelamente a las diferentes versiones de Motif, se han ido generando guías de estilo para ellas. En 1992 se publica *OSF/Motif Style Guide* referenciando la versión 1.2 de Motif. Actualmente, la versión de Motif es la 2.1, que permite la generación de aplicaciones CDE 2.1. Es por ello que la guía de estilo de Motif 2.1 incluye también la guía de estilo para CDE 2.1: *Motif and CDE 2.1 Style Guide.*

Open Look

Open Look es una interfaz gráfica de usuario definida por una especificación y una guía de estilo descrita en el libro *Open Look Graphical User Interface Functional Specification,* y desarrollada básicamente por Sun y AT&T. Emplea el protocolo de

comunicación X11 del sistema X Window, al igual que lo hace su competidora Motif, pero presenta un *look and feel* diferente que el suyo.

Una de las implementaciones más importantes de Open Look es la hecha por Sun en su sistema Open Windows.

Java Look and Feel

El lenguaje y la plataforma Java permiten la ejecución de un mismo programa en diferentes plataformas, y para cada una de ellas Java utiliza la interfaz gráfica de la plataforma sobre la que se está ejecutando. Así, los que se ejecuten en Windows tendrán esa apariencia y los que se ejecuten en UNIX tendrán apariencia Motif. Esto ocurre siempre que los componentes empleados para construir la interfaz gráfica del programa sean AWT *(Abstract Window Toolkit*).

Sin embargo, la aparición del conjunto de componentes *Swing*, como parte de una nueva librería de clases llamada JFC (*Java Foundation Classes*), permite la selección de esta apariencia gráfica, independientemente de la plataforma en la que se esté ejecutando; tanto es así que, la apariencia por defecto de los componentes Swing se denomina *Metal* y es propia de Java. Además del *Look&Feel* Metal, Swing incorpora *Look&Feel* para Windows, Macintosh y Motif.

Una de las ventajas que representa el *Look and Feel* de Java es la posibilidad que se brinda a las empresas de poder crear una interfaz gráfica estándar y corporativa, ya que con el crecimiento de las intranets se están soportando muchas aplicaciones propias que deben ejecutarse en diferentes plataformas.

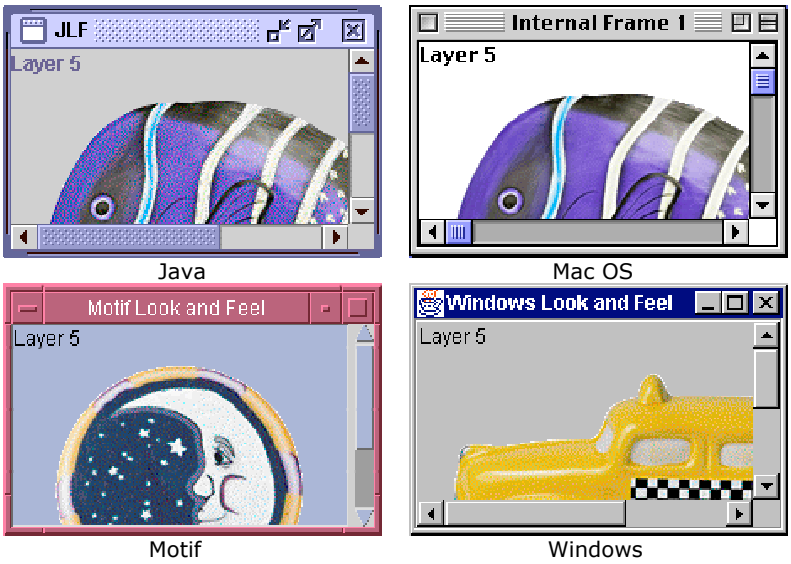


Figura 1 Diseños *Look and Feel* predefinidos disponibles bajo *Swing*

El *Look and Feel* de Java representa por tanto, la interfaz por defecto para las aplicaciones construidas con JFC, y se ha publicado una guía de estilo *Java Look and Feel Design Guidelines* que proporciona información esencial para construir interfaces gráficas de usuario para aplicaciones y applets con el lenguaje de programación Java y JFC. La primera versión de estas guías fue publicada en julio de 1999, y en marzo del 2001 ha sido publicada la segunda versión [SUN01]. Para principios del 2002 está prevista ya la publicación de una tercera versión más actualizada.

Guías de estilo para la Web

Diseñar para la Web es diferente de diseñar interfaces de usuario para el software tradicional, aunque también hay similitudes: ambos son sistemas interactivos y ambos son diseño de software, no diseño de objetos físicos. Es por ello, que algunos de los principios de diseño de interfaces de usuario tradicionales pueden ser directamente aplicables, pero obviamente la Web exige otra serie de consideraciones, partiendo del hecho de que la metáfora empleada para la Web ya no está basada en la metáfora del escritorio como en las interfaces gráficas tradicionales.

Una característica importante de la Web es la falta de interfaces de usuario comunes, ya que normalmente la prioridad es conseguir una interfaz atractiva, diferenciada de las otras, para que los usuarios visiten el sitio Web y lo vuelvan a visitar.

Con el fin de afrontar este problema las principales empresas informáticas (IBM, Apple, Sun, etc.), así como determinadas organizaciones han publicado y están publicando sus guías de diseño para Web. La mayoría de ellos acuden a su propio sitio Web para su publicación. Sin embargo, las diferencias entre estas guías son considerables. Algunas de estas guías son únicamente una colección de principios generales a seguir, como la propuesta por Apple, sin embargo, en otras como la propuesta por la Universidad de Yale el nivel de detalle reflejado en la guía es mayor.

Apple

Apple ha habilitado un sitio Web con el nombre *Apple Web Design Guide* que contiene principios de diseño de interfaces de usuario generales que pueden aplicarse al diseño de páginas Web. Esta información ha sido generada a partir de, la guía *Macintosh Human Interface Guidelines*, la información recogida desde la propia página Web, y la experiencia adquirida por la empresa durante años.

IBM

Proporciona una guía de diseño *Web Design Guidelines* disponible en el sitio Web *Easy of Use* de IBM. Las directrices que proporciona la convierten en una guía de diseño de nivel medio: abarca desde principios abstractos a convenciones.

Esta guía está organizada de acuerdo al proceso para desarrollar sitios Web: planificación, diseño, producción y mantenimiento, y ofrece además una sección especial para comercio electrónico. Su contenido es producto de diferentes fuentes:

La experiencia de emplear el proceso de diseño centrado en el usuario (UCD – *User–Centered Design*) para crear sitios IBM.

Los estudios realizados durante los últimos años sobre las diferentes secciones del sitio Web de IBM (incluyendo el sitio *Easy of Use*).

Estudios de los usuarios que interactúan con sitios no IBM (ventas de libros, vídeos, etc.).

Otras investigaciones publicadas por otros expertos en el campo.

Sun

La guía de Sun: *Sun Guide to Web Style* es un libro de recetas para ayudar a la gente a crear mejores páginas Web. Las directrices presentadas aquí representan las opiniones y preferencias de un pequeño grupo de gente dentro de Sun que han creado algunas páginas Web y han examinado muchas más; conocen la literatura existente sobre diseño de interfaces y usabilidad, y se encargan de los test de usabilidad sobre las páginas Web actuales. La información que proporciona está organizada en categorías (objetivo, audiencia, enlaces, longitud de la página, gráficos, etc.) pero es también bastante general.

W3C

Como se comentó con anterioridad el W3C es un consorcio internacional que promueve la evolución e interoperabilidad en la Web. Uno de sus dominios de actuación es la accesibilidad, y por ello alberga la Iniciativa de Accesibilidad Web (*Web Accessibility Initiative*, WAI), que está patrocinada por una gran variedad de organizaciones preocupadas por la accesibilidad.

Las guías juegan un papel muy importante cara a conseguir una Web accesible explicando como emplear tecnologías Web para crear sitios Web accesibles, browsers o herramientas autorizadas. WAI tiene tres guías diferentes para solucionar estas necesidades: *Web Content Accessibility Guidelines*, *Authoring Tool Accessibility Guidelines* y *User Agent Accessibility Guidelines*.

Web Content Accessibility Guidelines (WCAG)

WCAG contiene principios de diseño para hacer los sitios Web accesibles. Estudian escenarios corrientes que pueden ocasionar problemas para usuarios discapacitados. Por ejemplo, la primera directriz explica como se pueden hacer imágenes accesibles, ya que algunos usuarios pueden no ser capaces de ver las imágenes, otros pueden emplear browsers basados en texto que no soportan imágenes, etc.

La versión 1.0 de estas guías ha sido reconocida ya como una recomendación[3] de W3C desde 1999, y existe una versión 2.0 como un borrador de trabajo desde Agosto del 2001.

Authoring Tool Accessibility Guidelines (ATAG)

ATAG son reconocidas en su versión 1.0 como recomendaciones W3C desde Febrero del 2000. El objetivo de estas guías es asistir a los constructores en el diseño de herramientas autorizadas[4] que producen contenidos Web accesibles, y asistir a los desarrolladores en la creación de una interfaz autorizada accesible. Como la mayoría del contenido de la Web se crea empleando herramientas autorizadas, éstas juegan un papel importante para asegurar la accesibilidad de la Web, y además, ya que la Web es un medio tanto de recibir como de comunicar información, es importante que tanto el contenido producido, como la herramienta sean accesibles.

Es por eso que los objetivos de estas guías son, por un lado, conseguir que las herramientas autorizadas sean accesibles para los autores, independientemente de su discapacidad, y por otro lado, que produzca un contenido accesible por defecto y que esto anime al autor en la creación de contenidos accesibles.

User Agent Accessibility Guidelines (UAAG)

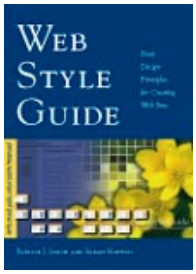
Actualmente W3C ha publicado UAAG en su versión 1.0 como recomendación candidata. UAAG 1.0 explica como la navegación con teclado, las opciones de configuración, la documentación, la comunicación con software especializado como por ejemplo los sintetizadores de voz, y otras características de las interfaces de usuario, benefician a la gente con discapacidades visuales, auditivas, físicas, cognitivas y neurológicas.

---

[3] El proceso de documentos en W3C implica: Borrador de trabajo (*Working Draft*) a Ultima Llamada para el Borrador de Trabajo (*Last Call Working Draft*) a Recomendación Candidata (*Candidate Recommendation*) a Recomendación Propuesta (*Proposed Recommendation*) y finalmente a Recomendación (*Recommendation*).

[4] Con herramientas autorizadas se hace referencia a un amplio espectro de software necesario para crear contenidos web: editores, procesadores, herramientas para gestionar sitios, etc.

Yale Center for Advanced Instructional Media



El *Yale Center for Advanced Instructional Media* (C/AIM) ha construido una guía de estilo que describe los principios de diseño empleados para crear las páginas dentro del sitio Web del C/AIM. Esta guía se encuentra disponible en el sitio Web del C/AIM, y además ha sido recientemente publicada con el nombre *Web Style Guide: Basic Design Principles for Creating Web Sites* [LYN01].

Esta guía es una de las más reconocidas y cubre todos los elementos básicos que se ven implicados en la creación de un sitio Web centrándose en la interfaz y en los principios de diseño gráfico subyacentes al diseño de un sitio Web. Aconseja sobre la planificación y organización de los objetos, el diseño de estrategias para un sitio o sobre el diseño de páginas individuales.

National Cancer Institute (NIC)

El NIC publica en su sitio Web: *Web Design & Usability Guidelines,* un conjunto de aproximadamente unas 50 directrices sobre la usabilidad y diseño Web, basadas en investigaciones e información contrastada sobre el tema.

El NIC, principal agencia del gobierno federal americano para la investigación contra el cáncer, diseña y gestiona un gran número de sitios Web relacionados con el cáncer. Estas guías fueron desarrolladas para ayudar a los gestores Web, diseñadores y autores a mejorar sus esfuerzos de diseño y ayudarles a tomar sus decisiones. Sin embargo, como los principios para un buen diseño y usabilidad son aplicables a cualquiera que trabaje con sitios Web, el NIC se decidió a poner estas guías a disposición del público en general.

5 Guías de estilo corporativas

Las guías de estilo corporativas se centran en presentaciones comunes, comportamientos y técnicas que deben ser implementadas por todos los productos en una compañía. Un objetivo de las guías de estilo corporativas es mantener y reforzar la identidad corporativa, esto es, el uso de colores, gráficos, e iconos que presenten una imagen visual consistente del logotipo de la compañía a través de todas las interfaces de los productos.

El método sugerido para la construcción de una guía de estilo corporativa consiste en basarse en una guía de estilo de la industria. Un ejemplo para la construcción de una guía de estilo corporativa puede ser el expuesto por THEO MANDEL en [MAN97], en el que para desarrollar una guía de estilo corporativa para una empresa parte de la guía de diseño de Microsoft Windows 95, pero le añade nuevos elementos siempre que éstos pertenezcan a una de estas tres categorías: suplemento, complemento o contradicción. Una entrada como *suplemento* proporciona información que mejora o clarifica un tema en la guía de diseño de Microsoft. Una entrada como *complemento* proporciona información que no estaba contenida en un tema concreto en la guía de Microsoft, y una *contradicción* contiene información para los desarrolladores que supone una excepción a la guía de diseño de Microsoft. En este caso, deberían seguirse las recomendaciones de las guías en vez de la guía de Microsoft.

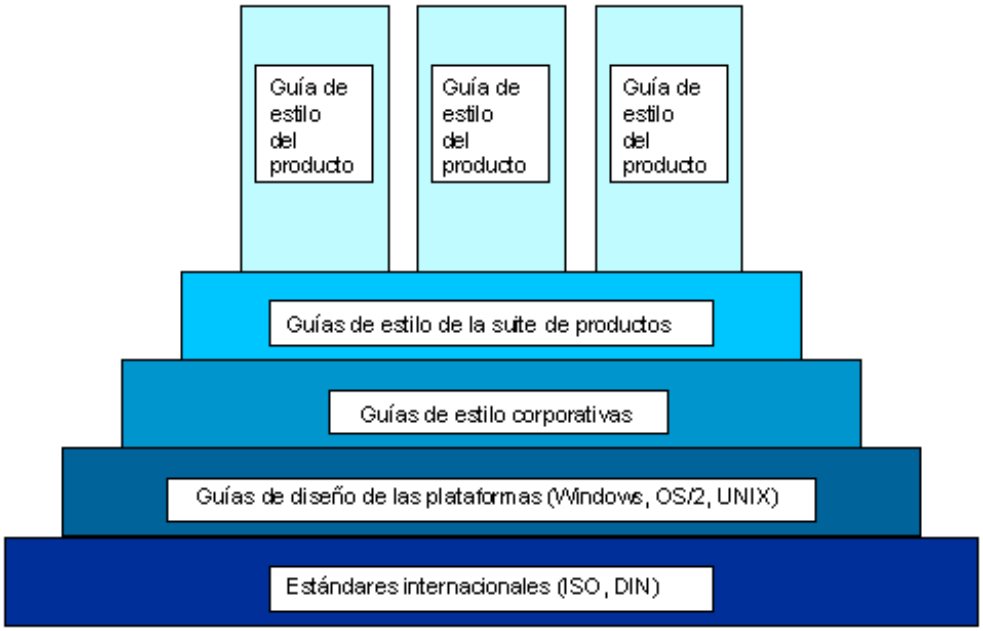


Figura 2 Pirámide implicada en la construcción de guías de estilo corporativas y de producto

Además de una guía de estilo corporativa, se pueden necesitar guías de diseño para un grupo de productos relacionados (*product suite guide*), o para productos individuales (*product style guides*). Todos estos documentos deberían estar basados en los estándares subyacentes, guías de diseño, y guías de estilo corporativas ya desarrolladas.

6 Consideraciones sobre los estándares y las guías de estilo

Los estándares y guías son bloques de construcción sobre los que basar los esfuerzos de diseño y de desarrollo. Sin embargo, el hecho de que sean seguidos no garantiza la usabilidad del producto, al igual que una casa construida de acuerdo a los estándares de construcción no garantiza que sea una casa habitable. De hecho, un error común es la creencia de que si se han seguido los estándares y las guías, la interfaz es usable, y el producto no necesita hacer ningún test de usabilidad.

Es importante dejar constancia de que los estándares y las guías son parte del proceso de diseño que incluye, además de principios de diseño, una metodología de diseño, test de usabilidad, y un entendimiento pleno de los usuarios. De hecho, si los test de usabilidad indican que se debería realizar una desviación de las guías, entonces hay que sopesar los resultados de los test de usabilidad con los beneficios de las guías seguidas, y tomar una decisión.

No obstante, aunque el empleo de guías y estándares no garantiza que la interfaz sea usable, es evidente que es mejor seguirlos que no seguirlos, porque aunque a veces se pueda hacer un mejor diseño sin ellos, son muchas más las ventajas que aporta que las desventajas.

Por otro lado, para poder aplicar las guías de estilo correctamente hace falta dar facilidades a los diseñadores y programadores. Así, los ejemplos, son muy útiles en la presentación de las guías. También es fundamental el hecho de contar con herramientas que permitan que las interfaces sean diseñadas de acuerdo a las guías de interfaz de usuario vigentes.

Conclusiones

Uno de los principales problemas que deben solucionarse en el proceso de diseño centrado en el usuario es como proporcionar diseñadores con la capacidad para determinar las consecuencias, en cuanto a usabilidad, de sus decisiones de diseño.

Tanto los estándares como las guías de estilo contribuyen a esto, facilitando el aprendizaje y reduciendo errores al permitir al usuario aprovechar el conocimiento que han adquirido desde otros productos, o bien desde otras partes del mismo producto.

Por otro lado, el seguimiento de un estándar o de una guía de estilo no garantiza la usabilidad de un producto, es decir, son elementos muy útiles para el diseño y la evaluación en IPO, pero deben ser empleados adecuadamente.

Por todo ello, se considera fundamental para un diseñador de IPO conocer los estándares (tanto *de iure* como *de facto*) y las guías más adecuadas al entorno en el que se va a trabajar de forma que, ante la toma de una decisión cara a facilitar la usabilidad del sistema, ésta esté siempre justificada.

Referencias

[APP92] APPLE COMPUTER. *Macintosh human interface guidelines*. Addison and Wesley, Reading, MA, 1992

[BRO88] BROWN C. M. *Human–computer interface design guidelines*. Ablex Publishing Corp, Norwood, NJ, 1988

[DIX98] DIX A., FINLAY J., ABOWD G. y BEALE R. *Human computer interaction*, 2ª edición. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1998

[IBM92] IBM CORPORATION. *Object–oriented interface design: IBM common user access guidelines*. Que Corp., Carmel, IN, 1992

[IBM01] IBM CORPORATION. *IBM user interface architecture*, 1ª edición. 2001

[LYN01] LYNCH P. y HORTON S. *Web style guide: basic design principles for creating web sites*, 2ª edición. Yale University Press, New Haven, CT, 2001

[MAN97] MANDEL T. *The elements of user interface design*. John Wiley & Sons, Nueva York, NY, 1997

[MIC99] MICROSOFT CORPORATION. *The Microsoft Windows user experience*. Microsoft Press, Redmond, WA, 1999

[PRE94] PREECE J. *Human computer interaction*. Addison and Wesley, Reading, MA, 1994

[SCH98] SCHNEIDERMAN B. *Designing the user interface. Strategies for effective human–computer interaction*, 3ª edición. Addison and Wesley, Reading, MA, 1998

[SIM85] SIMPSON H. *Design of user friendly programs for small computers*. Mc Graw Hill, Nueva York, NY, 1985

[SMI96] SMITH W. J. *ISO and ANSI ergonomic standards for computer products. A guide to implementation and compliance*. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1996

[SUN01] SUN MICROSYSTEMS INC *Java look and feel guidelines*, 2ª edición. Addison and Wesley, Reading, MA, 2001

Bibliografía

General

BROWN C. M. *Human–computer interface design guidelines*. Ablex Publishing Corp, Norwood, NJ, 1988

DIX A., FINLAY J., ABOWD G. y BEALE R. *Human computer interaction*, 2ª edición. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1998

DONELLY V. *Designing easy–to–use websites*. Addison and Wesley, Reading, MA, 2001.

GAINES B. R. y SHAW M. L. G. *The art of computer conversation: a new medium for communication*. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1984.

IBM CORPORATION. *IBM user interface architecture*, 1ª edición. 2001

MANDEL T. *The elements of user interface design*. John Wiley & Sons, Nueva York, NY, 1997

MAYHEW D. *Principles and guidelines in software user interface design*. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1992

NIELSEN J. *Designing web usability*. New Readers Publishing, Indianapolis, IN, 2000

PREECE J. *Human computer interaction*. Addison and Wesley , Reading, MA, 1994

SCHNEIDERMAN B. *Designing the user interface. Strategies for effective human–computer interaction*, 3ª edición. Addison and Wesley, Reading, MA, 1998

SIMPSON H. *Design of user friendly programs for small computers*. McGraw Hill, Nueva York, NY, 1985

SMITH W. J. *ISO and ANSI ergonomic standards for computer products. A guide to implementation and compliance*. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1996

Guías de estilo y estándares

APPLE COMPUTER «Human interface guidelines: the Apple desktop interface» en *Inside Macintosh*, Vol. 5. Addison and Wesley, Reading, MA, 1987

APPLE COMPUTER. *Macintosh human interface guidelines*. Addison and Wesley, Reading, MA, 1992

GO CORPORATION. *PenPoint user interface design reference*. Addison and Wesley, Reading, MA, 1992

HEWLETT–PACKARD, IBM, SUNSOFT INC y USL. *Common desktop environment: functional specification* (preliminary draft), ftp://xopen.co.uk/pub/cdespec1/cde1_ps.Z. X/Open Company, 1993

IBM CORPORATION *IBM systems application architecture: common user access advanced interface design guide*, Documento IBM SC26–4582-0. IBM, Boca Raton, FL, 1989

IBM CORPORATION. *Object–oriented interface design: IBM common user access guidelines*. Que Corp., Carmel, IN, 1992

IBM CORPORATION, HEWLETT–PACKARD COMPANY, SUN MICROSYSTEMS INC y NOVELL INC *Common desktop environment 1.0 style guide and certification checklist*. IBM, Boca Raton, FL, 1995

LYNCH P. y HORTON S. *Web style guide: basic design principles for creating web sites*, 2ª edición. Yale University Press, New Haven, CT, 2001

MICROSOFT CORPORATION *Developing international software for Windows 95 and Windows NT*. Microsoft Press, Redmond, WA, 1995

MICROSOFT CORPORATION *The Windows interface guidelines for software design*. Microsoft Press, Redmond, WA, 1995

MICROSOFT CORPORATION *The Microsoft Windows user experience*. Microsoft Press, Redmond, WA, 1999

NEXT COMPUTER INC *NeXtStep user interface guidelines* (release 3). Addison and Wesley, Reading, MA, 1992

OPEN SOFTWARE FOUNDATION *OSF/Motif style guide*. Prentice–Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1993

SMITH W. J. *ISO and ANSI ergonomic standards for computer products. A guide to implementation and compliance*. Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1996

SUN MICROSYSTEMS INC *Open Look graphical user interface application style guidelines*. Addison–Wesley, 1989.

SUN MICROSYSTEMS INC *Open Look graphical user interface functional specification*. Addison–Wesley, Reading, MA, 1989

SUN MICROSYSTEMS INC *Java look and feel guidelines*. Addison and Wesley, Reading, MA, 1999

SUN MICROSYSTEMS INC *Java look and feel guidelines*, 2ª edición. Addison and Wesley, Reading, MA, 2001

UNIX SYSTEMS LABORATORIES *Open Look graphical user interface. User's Guide*. Prentice Hall, Nueva York, NY, 1992

Enlaces interesantes

Generales

http://www.ida.liu.se/labs/aslab/groups/um/hci/#gl
Human computer interaction resources on the net.
Contiene enlaces interesantes sobre IPO y un apartado para directrices, guías de estilo y estándares.

http://www.beta-research.com/standards.html
Beta Research Inc. Standards and guidelines.
Página con enlaces sobre estándares y guías relacionadas con el diseño de interfaces, ergonomía y Web.

http://www.isii.com/ui_design.html
User interface design and usability.
Página con enlaces claramente clasificados y relacionados con el diseño de interfaces y usabilidad. Incluye apartados para las guías de estilo para el diseño de interfaces y Web.

http://www.acm.org/~perlman
Gary Perlman's home page.
Esta es la página personal de Gary Perlman y contiene abundantes e interesantes enlaces sobre temas relacionados con IPO. Incluye lecturas recomendadas y entre éstas se pueden destacar las secciones para principios y directrices de diseño, guías de estilo y diseño web.

http://www.awl.com/cseng/titles/0-201-69497-2/website
The designing of user interface booksite. Strategies for effective education and training, BEN SCHNEIDERMAN.
Es un sitio web completo para el libro con ese título.

http://www.hcibook.com
Human computer interaction, 2ª edición, ALAN DIX y otros.

Sitio web para este libro.

Estándares

http://www.nssn.org
NSSN: a national resource for global standards.
Permite la búsqueda de información sobre estándares desde diferentes fuentes.

http://www.iso.org/iso/en/prodsservices/catalogue/intstandards/CatalogueListPage.CatalogueList
ISO catalogue.
Esta página contiene un catálogo de los estándares ISO, y permite tanto la búsqueda de estándares ISO publicados como en proceso de elaboración.

http://www.acm.org/sigchi/bulletin
ACM SIGCHI bulletin: standards.
El boletín de ACM SIGCHI publica en ocasiones información sobre estándares en una columna destinada a tal efecto.

Guías de estilo

ftp://ftp.cis.ohio-state.edu/pub/hci/Guidelines
Guidelines for designing user interface software, The MITRE Corporation.
En esta dirección está accesible el contenido de las guías documentadas en este libro.

http://developer.apple.com/techpubs/macos8/HumanInterfaceToolbox/HumanInterfaceGuide/humaninterfaceguide.html
Human interface guidelines, Apple.
Permite el acceso en línea a las guías de estilo de Apple. Tiene accesibles las guías de estilo en formato pdf.

http://msdn.microsoft.com/library/default.asp?url=/library/en-us/dnwue/html/welcome.asp
Guidelines for user interface developers and designers. The Microsoft Windows user experience.
La guía para el diseño de software para el sistema operativo Windows.

http://w3.pppl.gov/misc/motif/MotifStyleGuide/en_US/TOC.html
Motif style guide 1.2.
Esta accesible la guía de estilo de Motif en su versión 1.2 en formato HTML.

http://nscp.upenn.edu/aix4.3html/motif/motifsg/toc.htm
Motif and CDE 2.1 style guide.
Esta accesible la guía de estilo de Motif y CDE en su versión 2.1 en formato HTML.

http://developer.java.sun.com/developer/techDocs/hi
Java software platform human interface.
En esta página se encuentra información accesible acerca del Look and Feel de Java: artículos relacionados, guías, etc. Están también accesibles, en formato HTML, las dos versiones publicadas de la guía de estilo: *Java look and feel design guidelines*.

Guías de estilo Web

http://www.geo.tu-freiberg.de/docs/apple/web_design/intro.html
Apple web design wide.
Recoge la guía de diseño para Web de Apple.

http://www-3.ibm.com/ibm/easy/eou_ext.nsf/publish/572
IBM web design guidelines.
Presenta la guía de estilo para la Web de IBM.

http://sut1.sut.ac.th/StyleGuide/Printing_Version.html
Sun guide to web style.

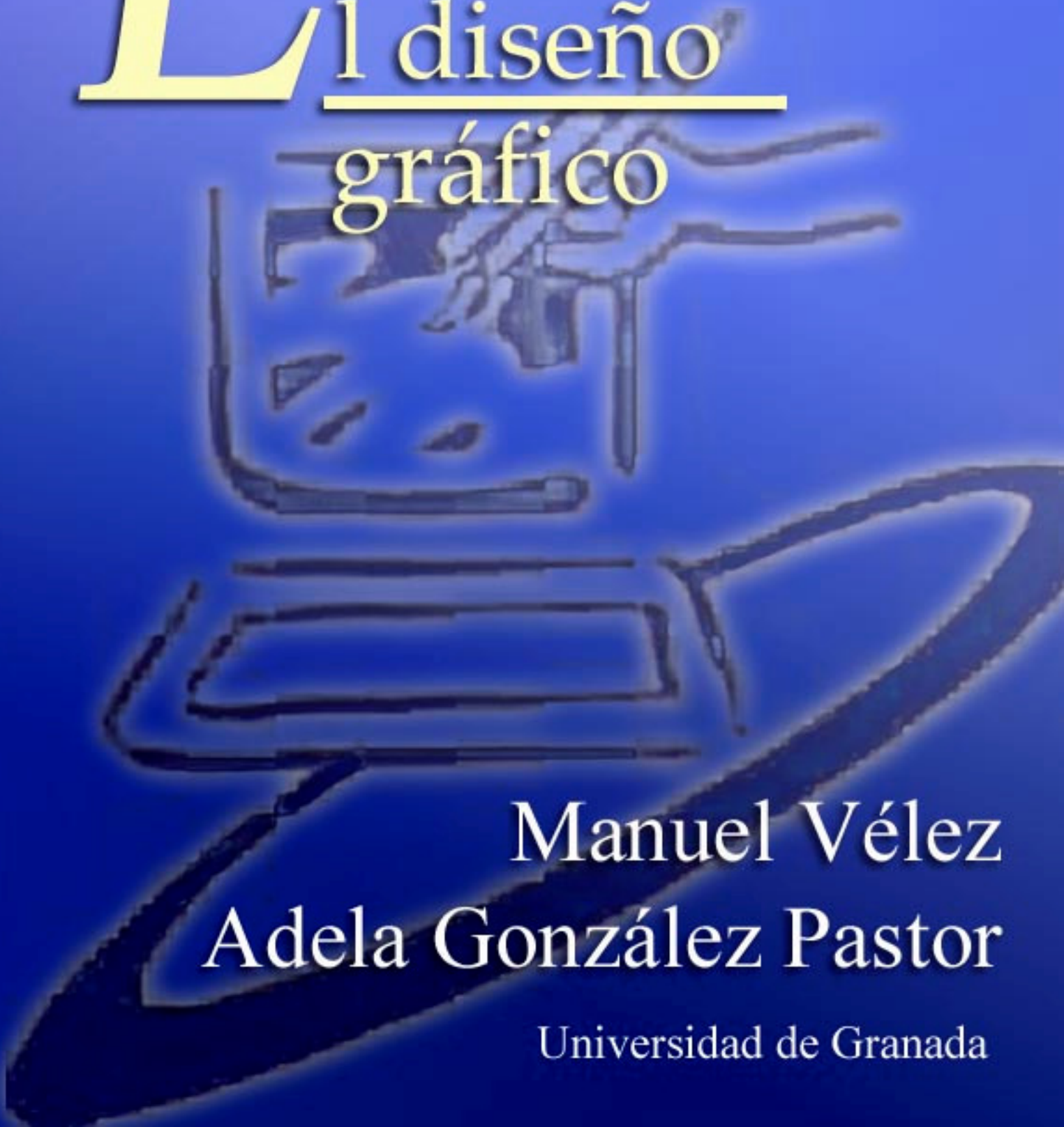
Presenta la guía de estilo para la Web de Sun.

http://www.w3.org/WAI/Resources/#gl
WAI resources.
En esta página está accesibles, entre otra mucha información, la especificación de las tres guías disponibles sobre accesibilidad de WAI.

http://info.med.yale.edu/caim/manual
Web style guide: basic design principles for creating web sites, PATRICK LYNCH y SARA HORTON.
En esta dirección se encuentra disponible la guía de estilo de la Web de C/AIM en formato HTML.

http://usability.gov/guidelines
National Cancer Institute. Research–based web design & usability guidelines.
Este sitio web contiene alrededor de cincuenta de las mejores directrices de diseño y usabilidad Web. Están disponibles en formato pdf.

El diseño gráfico



Manuel Vélez
Adela González Pastor
Universidad de Granada

1 El diseño gráfico

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 3

Introducción 4

1 La comunicación y los nuevos "media" 5

2 La experiencia psico–perceptual y el entendimiento humano 9

3 El sistema gráfico: la imagen 13

4 El presente del diseño aplicado a nuevos entornos 27

Conclusiones 49

Actividades de recapitulación 49

Referencias 50

Bibliografía 51

Objetivos

- Aprender a percibir una imagen y reconocer su lenguaje.
- Identificar los elementos morfológicos de la imagen.
- Verificar la función expresiva de los signos básicos en la composición.
- Valorar el diseño ergonómico en la realización de la interfaz de usuario.

Introducción

En la última década, el crecimiento de las nuevas tecnologías de la información ha hecho necesaria la organización en torno a ellas de los medios de comunicación y de la industria, dando lugar a un cambio fundamental en la sociedad; que, protagonizado por las industrias informáticas y audiovisuales ha alterado nuestro medio, y en el que las innovaciones apenas establecidas, vuelven a cambiar, afectando a las personas que conviven con ellas.

La necesidad de adecuarnos al tiempo que nos toca vivir impone un continuo reciclaje de nuestros hábitos, así como aprender nuevos modos de relacionarnos y trabajar. Resolver este desafío pasa por dotar de significado a productos y servicios ofrecidos dotándolos de estructura y comprensión a escala humanizada.

Esta es la razón de la necesaria y correcta interacción de las nuevas máquinas con el hombre, pues nos encontramos ante un adelanto técnico, el ordenador, que introducido en todos los dominios de la vida cotidiana, obliga a los usuarios del medio a adquirir conocimientos complejos y habilidades específicas que les permitan dialogar y extraer la información acorde a sus necesidades y usos; sobre todo, si partimos de la premisa de que de esta técnica, en la actualidad, la mayor parte de los usuarios no son profesionales del campo.

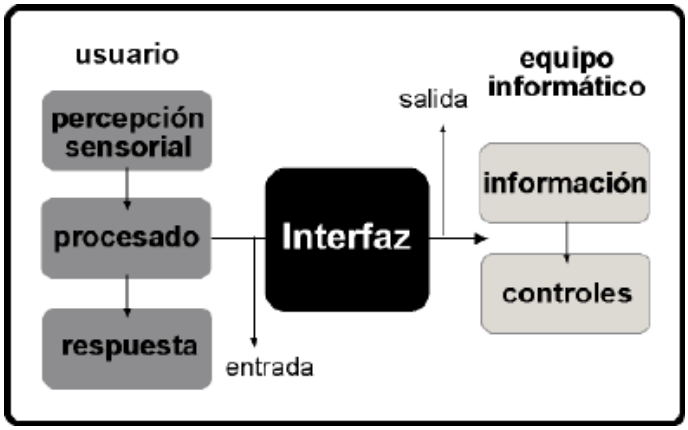


Figura 1 Relación de la interfaz con el usuario y la máquina

La complejidad de los códigos que utiliza el ordenador provoca en la persona una sensación de angustia, debida al claro enfrentamiento entre dos lenguajes diferentes, el de la máquina y el del ser humano. El precio a pagar por la innovación es el de tener que adaptarse a la lógica de los ordenadores, transformando las dimensiones propias de la vida y las comunicaciones humanas; pero para facilitar esta relación se creó el dispositivo informático que rige el diálogo entre el usuario y la máquina, regulando el encuentro de estos dos sistemas con lenguajes diferentes —la interfaz.

No podemos ignorar la enorme difusión de los medios audiovisuales como nuevos medios de comunicación. Este hecho, coincide con el cada vez mayor predominio de la comunicación visual sobre la verbal y el empleo del material gráfico como modo superior de comprensión, lo cual ha llevado a considerar a nuestro siglo como el "siglo de la imagen", en el que las formas visuales adquieren una gran participación en el lenguaje habitual. Estamos en un momento de profusa creatividad gráfica con enfoque lingüístico, cuyos procesos comunicativos culturales se rinden a la producción y consumo de símbolos. Vivimos en un entorno pleno de imágenes, documentos escritos y sonoros, que convierten la experiencia de la realidad en una percepción que lleva consigo el desarrollo de la tecnología multimedia.

Este es el motivo por el que se ha establecido el diálogo usuario–ordenador a través de formas gráfico–simbólicas, y medio de comunicación, simplificando el intercambio de información permitiendo el encuentro entre ambos. Por ello, un buen Diseño de Interfaz analizado desde perspectivas ergonómicas tendrá en cuenta las capacidades psicológicas y semiológicas del ser humano; facilitará el diálogo y la

interacción hombre–ordenador, a lo que contribuyen las ayudas gráficas, mejorando la adquisición de conocimientos y la comodidad visual, parámetros a tener en cuenta en el proyecto y diseño de una correcta Interfaz de Usuario.

Figura 2 Entorno simbólico ([WIL98], Pág. 23)

1 La comunicación y los nuevos "media"

Nuestra cultura, hoy día está protagonizada por la aparición de un nuevo orden alfabético, la imagen. Más del 80% de la información que llega hasta nosotros lo hace a través de la percepción visual y es generada a partir de un tratamiento gráfico.

Figura 3 Explicación gráfica ([MOK98], Pág. 15)

A lo largo de la historia el hombre ha ideado modos e instrumentos para comunicar sus experiencias y reproducir la realidad, sirviéndose de todos los medios a su alcance, pero ha sido el uso de la imagen el de mejores resultados. Cada época se ha caracterizado por el predominio de una determinada forma de expresión ligada a los cambios tecnológicos y a los nuevos medios de comunicación. En la actualidad, la imagen audiovisual ha sobrepasado las limitaciones del lenguaje verbal, convirtiéndose en la forma específica de comunicar, variando en función del desarrollo social y sus necesidades. Esto facilita la clasificación de los medios, separando defi-

nitivamente la comunicación escrita de la audiovisual y convirtiendo el siglo XX en el del dominio de los medios audiovisuales como el cine, la radio, la televisión y por último la informática.

La influencia cultural de éstos cambios es enorme, ya que vemos la realidad a través de nuestros lenguajes de comunicación, que determinan el contenido y la información de nuestras sociedades y culturas.

Figura 4 Estilos gráficos ([MOL90], Pág. 29)

El lenguaje siempre ha implicado intervención intelectual, facilitando que el emisor y el receptor del mensaje se encuentren en una situación de reciprocidad comunicacional. La premisa fundamental para que el mensaje pueda ser decodificado es que exista entre ellos cierta concordancia; la comunicación sólo existe en la correcta relación entre un mensaje y su intérprete. Cuando hablamos del proceso de interpretación o decodificación, nos referimos a la "percepción" de la imagen, la "interpretación" de su significado y finalmente, la "comprensión" de su sentido. La comunicación sobre un tema específico será eficaz en la medida en que coincida el nivel de información y formación entre el emisor y el receptor. Debido a que los mensajes no tienen un solo significado, no existe un mismo punto de vista ni para producirlo ni para recibirlo, sino que éste depende de la intención del emisor, del contexto y de la experiencia y expectativa del receptor.

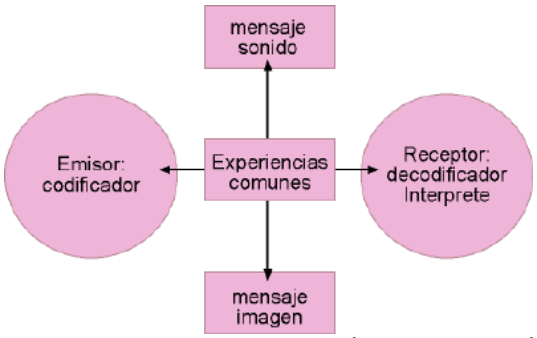


Figura 5 Proceso de interpretación o decodificación

Pero con la llegada de los medios "multimediales" se integra además el uso y control de los instrumentos técnicos, que en la mayor parte de los casos exigen un aprendizaje, y en donde cobra gran importancia la comunicación instantánea, que es una de las premisas más claras de este tiempo.

Se trata de incrementar y facilitar la legibilidad del mundo a través de la forma gráfica por razones de eficacia e inmediatez, supliendo la lentitud del acto de lectura. Se ha pasado de la cultura del discurso a la cultura de la instantaneidad y de la imagen, ya que, en un mundo que busca la universalización por encima de las particularidades, la escritura queda obsoleta como medio básico de comunicación por su limitado campo de actuación, determinado por la cultura e idioma diferente en cada área geográfica y grupo socio–cultural.

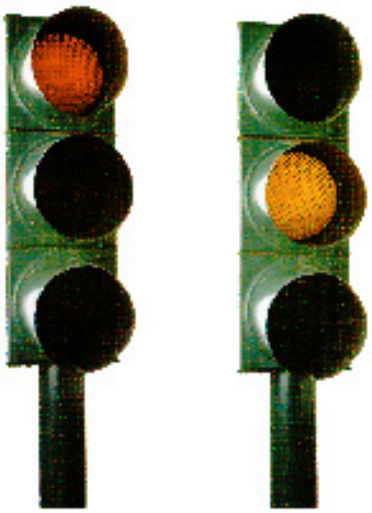


Figura 6 Comunicación instantánea ([MOK98], Pág. 136)

Es por ello que las modernas tecnologías audiovisuales han producido grandes beneficios en la transmisión de datos, sobre todo por ofrecer una gran cantidad de información a cambio de una mínima interacción. Aunque también plantean problemas, pues exigen un proceso de adaptación al estar muy condicionadas por la técnica. El papel del diseñador se transforma en el del mediador entre la información y el receptor. El canal de transmisión ya no es un medio inerte, por más que sea una herramienta. La adecuada codificación y fidelidad de la información está condicionada por el lenguaje del dispositivo, lo que hace fundamental aprovechar al máximo los recursos del canal.

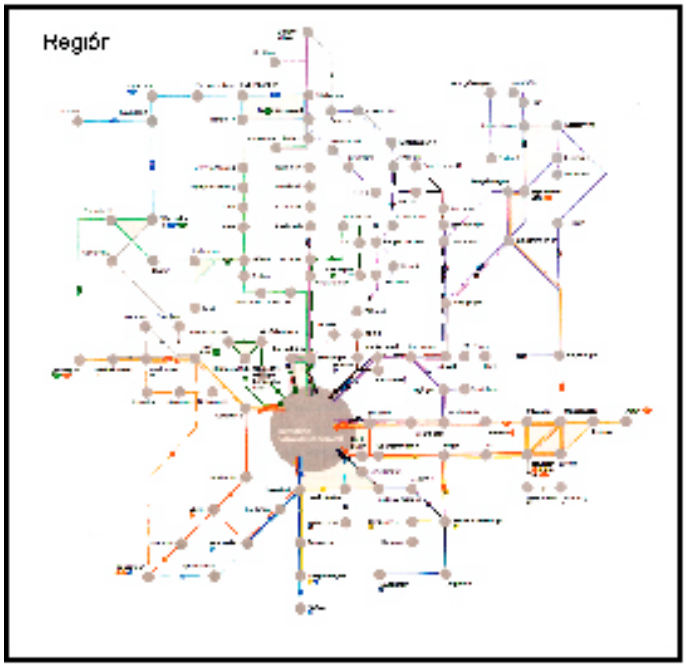


Figura 7 Comunicación visual ([WIL98], Pág. 52)

Ya en la era de la informática, la comunicación humana no se puede entender como simples bloques de información que van, vienen y se comparten entre los hombres, sino también como verdadera interacción, por lo que una correcta comunicación con las máquinas dependerá decisivamente del diseño de entornos realmente amigables. El uso de sistemas técnicos e informáticos condiciona la presentación de la

información, al mismo tiempo que abre a aquella nuevas posibilidades. El diseño de la información se extiende a la conformación visual de programas, y así, si en otro tiempo el diseñador trabajaba dando forma a los objetos, en nuestros días un rayo de luz proyectado por un terminal constituye la frontera inmaterial entre el usuario y el ordenador, la materia ha sido sustituida por la emisión de señales. La realidad comunicada se percibe de un nuevo modo, adaptada a través de símbolos y representaciones [BÜR94].

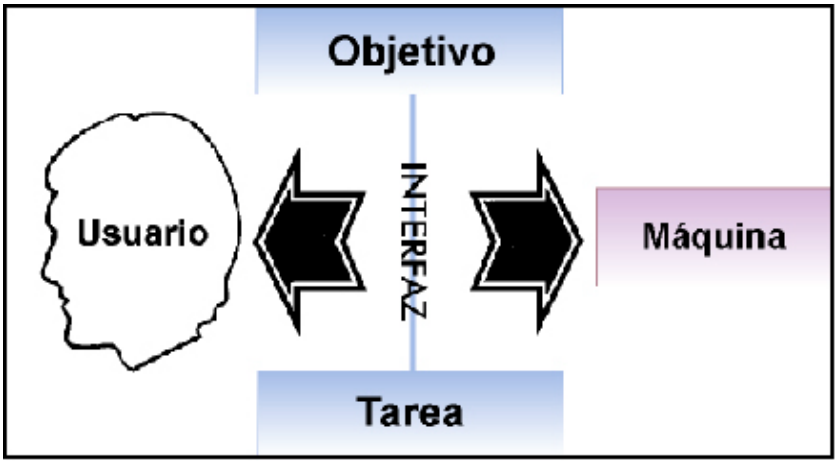


Figura 8 Relaciones de la interfaz de usuario

Pero no podemos olvidar que el tipo de comunicación que se produce entre el usuario y el ordenador tiene un carácter especial, determinado por el hecho de que el mensaje se transmite a través de un medio técnico que presenta limitaciones comunicacionales; es importante tener en cuenta esta relación que aporta siempre una enorme influencia en la imagen, ya que impone a la misma una serie de especificaciones propias de éste mensaje y de las técnicas de producción, de su modo de circulación y reproducción, de los diferentes soportes que las difunden. Por otro lado, el intercambio de contenidos entre emisor y receptor es indirecto, pues ambos no se encuentran en el mismo escenario, por lo que el mensaje se transmite en una sola dirección, dificultando la retroalimentación. Así mismo, el receptor es un público anónimo, diverso y desconocido, lo que provoca una difícil personalización de la información, pues cualquiera puede tener acceso a la pantalla del ordenador y por tanto a ésta.

Así, cuanto más elaborado está el mensaje que presenta la "interfaz" y cuanto más estímulos adecuados contenga, más probabilidades tendremos de que se entienda lo que tratamos de comunicar; mejor será el resultado y el mensaje más notorio, grabándose fácilmente en la mente del usuario. Esto hace que perdure más tiempo y sea utilizado con un mínimo esfuerzo. Se muestra un especial interés por la ausencia de "ruido", por la simplicidad del mensaje, concentrando la máxima información y reduciendo las posibilidades de error, tratando de no introducir informaciones innecesarias.

Ésta es la importancia del papel de la interfaz de usuario en el proceso comunicativo hombre–máquina, y el motivo por el que la información transferida ha de ser fácil e intuitiva. Un mensaje ha de ser capaz de comunicar y no convertirse en algo ininteligible y confuso, arruinando el objetivo fundamental que nos llevó a crearlo.

El papel del ser humano en los sistemas de comunicación

El sistema nervioso humano es el receptor de toda comunicación, por lo que cualquier teoría al respecto debe contemplar el papel del ser hombre como componente del sistema, un elemento tan fundamental del mismo que sin él no tendría sentido.

Por tanto, el hombre es a su vez fuente de información y canal por la que ésta fluye. Percibe y recibe estímulos externos adaptando respuestas específicas a los mismos. Dado el carácter particular del hombre como componente de un sistema

de comunicación, su capacidad de recodificar y reinterpretar la información que recibe, hace imposible determinar su respuesta exacta ante un mensaje, ya que nunca se presenta aisladamente, habría que conocer también las posibles influencias del contexto presente. Esto se debe a que la información nueva que recibimos durante nuestra vida la interpretamos y traducimos buscando el modo de transformarla y hacerla familiar y simple.

Aunque los nuevos medios de comunicación y entre ellos la informática han modificado nuestro modo de relacionarnos y de desarrollar muchas actividades, representar, reconocer y comunicar son aspectos de interacción del hombre con su mundo que no ha sido transformado por las nuevas tecnologías [BET95].

Partiendo de esto, podemos afirmar que el problema práctico de la relación entre hombres y máquinas no consiste en reducir los hombres a máquinas, en este caso concreto "ordenadores".

> *Una computadora es básicamente una herramienta, y las herramientas siempre son menos importantes que los usos a las que las destinamos* [MIL80].

Es necesario analizar al ser humano respecto a las capacidades y limitaciones que ayudan a procesar, reconocer información y adquirir una comprensión más profunda acerca de sus procesos cognitivos. Podremos, de esta forma, llegar a determinar acertadamente el modo de utilizar las computadoras para cumplir funciones específicas y difíciles para el hombre, facilitando la interacción —comprensión— comunicación entre ambos.

2 La experiencia psico–perceptual y el entendimiento humano

El conocimiento sensible

Las capacidades físicas que permiten al hombre desarrollarse no serían posibles si no conociese el contexto que le rodea, lo que logra a través de los órganos de los sentidos y la percepción.

Es sin duda la visión el principal sistema de percepción, con el que el hombre se relaciona más directamente con el entorno. Pero la visión no es un sistema simplemente receptor, sino que establece una percepción estructurada. Y realiza una obtención activa de la información visual, ya que se trata de un sistema susceptible de aprendizaje y maduración, al cual, por supuesto, afecta la atención. El órgano de comunicación más inmediato con que cuenta el hombre es el ojo. Ver es obtener información. La visión no es un instrumento neutro que se limita a transmitir los datos fielmente a nuestro cerebro, sino que por el contrario, los interpreta, y supone nuestro primer y directo contacto entre éste y el mundo que nos rodea como mediador entre el receptor y la realidad.

La visión es nuestro medio natural de percepción del mensaje visual emitido y la sensación resultante de éste, sin olvidar que disponemos de un umbral de sensibilidad y de saturación por el que estamos sujetos a leyes que determinan la relación entre el nivel de excitación con la sensación resultante [MOL90].

Vemos que la visión humana también sufre limitaciones que vienen definidas por la magnitud del campo visual y que determinan la posible área de visión. Hay que destacar dos aspectos fundamentales en el fenómeno perceptivo visual. Primero: sólo una parte de la retina, la fóvea, ofrece una imagen nítida, con las repercusiones que eso conlleva para una correcta percepción visual; la visión humana posee una amplia zona ciega, que se sale de la extensión de su campo visual. Por tanto, no se trata de una visión homogénea, cuanto más se alejan los estímulos del área

de visión nítida más se reduce la capacidad de visionarlos. Segundo: debemos tener en cuenta que *"la imagen retínica no es una réplica exacta de la realidad sino una proyección del mundo".*

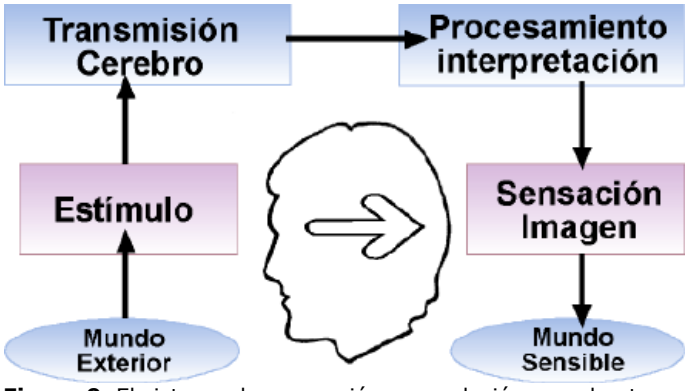


Figura 9 El sistema de percepción y su relación con el entorno

Es importante saber también que los campos de visión de ambos ojos han de superponerse en un mismo punto para ampliarlo y verlo con claridad a través del fenómeno de la convergencia ocular, lo que se denomina visión binocular. El campo visual en el hombre comprende unos 180° en la horizontal, 60° en la vertical y 70° mirando hacia abajo, describiendo un arco de 30° sexagesimales y 15° a cada lado del ángulo de visión. Minúscula superficie que se amplía hasta 60° si giramos la cabeza hacia los lados. Se recoge de DREYFUSS que el hombre, con los ojos fijos, reconoce palabras escritas hasta los 10° a cada lado del eje visual, los símbolos hasta los 30° y los colores hasta los 60°. Los rojos se distinguen antes que los azules. Las luces desaparecen a los 90° o más a cada lado de la línea de visión, dependiendo de su brillo... Pero poseemos una mirada inclinada hacia abajo, debido a la inclinación de nuestros ojos dirigidos por debajo de la horizontal, de tal manera que para mirar horizontalmente, o hacia arriba, debemos flexionar el cuello y utilizar nuestros músculos. Por lo que el desarrollo máximo de nuestro campo visual queda cerrado por una superficie cónica de sección elíptica, con el eje horizontal comprendiendo un ángulo de 150° y el eje vertical 120°, mientras que con los ojos fijos sólo podemos ver claramente una pequeña zona central de unos 30°. Fuera de esta área existe una banda de percepción periférica que conforme se amplía la visión va perdiendo nitidez.

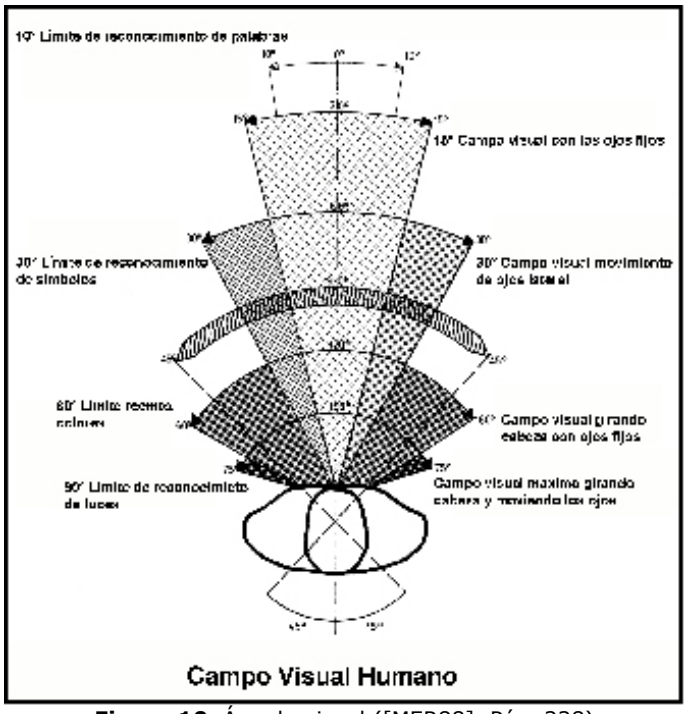


Figura 10 Ángulo visual ([MER88], Pág. 228)

Estos datos acerca de nuestro campo visual son muy importantes a la hora de definir la distribución de la información en un documento que haya de ser percibido de

un modo directo. Los contenidos deben presentarse de tal modo que se potencie su utilidad según estos indicadores visuales, consiguiendo compatibilizar su apariencia con las capacidades perceptivas del usuario para lograr un entendimiento fácil, rápido y con un reducido margen de error.

La psico–percepción

Pero lo cierto es que la imagen que se crea en la retina no es más que la premisa de la percepción visual. Si la visión es un proceso organizativo de las sensaciones perceptivas visuales, la imagen retiniana no es sino el comienzo del proceso, que posteriormente deberá ser elaborada, organizada y transformada en información susceptible de ser utilizada. Y ésta a su vez depende de la experiencia, que acumula en nuestra memoria una serie de conceptos y esquemas que suponen una referencia y una guía sensorial que le añade significados. La experiencia perceptiva humana está básicamente integrada con los factores psíquicos del hombre. *"Ver no es sólo mirar, sino reconocer".*

Podemos, por tanto, decir que los seres humanos poseemos un conocimiento del exterior adquirido a través de los sentidos. Por él tomamos conciencia del mundo, sumando a las simples percepciones sensoriales los conceptos y aspectos del entorno anteriormente registrados en la memoria por nuestras experiencias y sensaciones pasadas. Así, la percepción se produce realmente cuando los procesos fisiológicos se convierten en construcciones mentales. Ya no son meros registros directos de la realidad, sino que se conciben como una actividad de pensamiento; captar el mundo está directamente relacionado con captar el sentido de las cosas que lo componen; *"no hay percepción que no sea significativa".*

La visión se convierte en el punto de arranque del procesamiento de la información visual, en el que se analizan y organizan diferentes impresiones recogidas por los sentidos, dando lugar a representaciones simbólicas que suponen imágenes mentales. Podemos decir que, la percepción está a medio camino entre la semiótica y la discriminación basada en los procesos sensoriales [ECO85]. Este proceso conjunto determina una percepción individual y diferente para cada individuo. Afecta a la sensación visual y por tanto, a la transmisión de contenidos, debido a las diferentes asociaciones simbólicas que cada uno relaciona de cada imagen, según sus experiencias. Nadie percibe el mundo que le rodea de una manera neutral.

La interpretación que hacemos de nuestras sensaciones nos permite la elaboración de percepciones subjetivas. De hecho, la conducta humana está íntimamente ligada a la percepción del medio, en la base de cualquier sistema de comprensión de imágenes. Pero a su vez, radicalmente influida por su mundo psíquico y sus capacidades mentales. Según ZUNZUNEGUI [ZUN92] una evidencia es que lo visual se interrelaciona con lo "no visual", y una adecuada comprensión de lo visual tiene inmediatas implicaciones en la manera en que lo "no visual" es aprendido y conocido. En el mundo actual la imagen es algo que se piensa, de lo que se extrae un significado, un "texto visual".

Figura 11 Interpretación de la imagen y su significado

El entendimiento humano

El entendimiento es la capacidad de los seres humanos que nos permite determinar nuestros actos, así como transformar la abstracción de las percepciones sensoriales simples en pensamientos o conceptos, dándole significado e interpretación a las cosas. Esta es la máxima facultad humana, que hace del hombre un ser sin limita-

ciones exclusivas de percepción sensorial; a través de ella somos capaces de pasar de un conocimiento particular a uno general y viceversa.

La mayor parte de nuestro conocimiento particular proviene de los hábitos y conceptos heredados de nuestros antecesores, en particular, de la sociedad a la que pertenecemos, que transmite hábitos de conducta de una generación a otra; es lo que denominamos "aprendizaje". Una vez aprendida, nos permite hacer algo de un modo casi automático sin la necesidad de pensar en ello. Estos hábitos, a su vez, determinan en nosotros un modo particular de relacionarnos con el entorno utilizando el medio según nuestras costumbres; aprendemos incluso a excluir cierto tipo de informaciones y a prestarle atención a otros; no puede ignorarse la influencia que tiene el contexto cultural en las estructuras cognoscitivas del sujeto. Estos patrones se mantienen durante mucho tiempo, y, al estar relacionados con comportamientos que son habituales en el individuo, es necesario un enorme esfuerzo para cambiarlos o provocar su transformación.

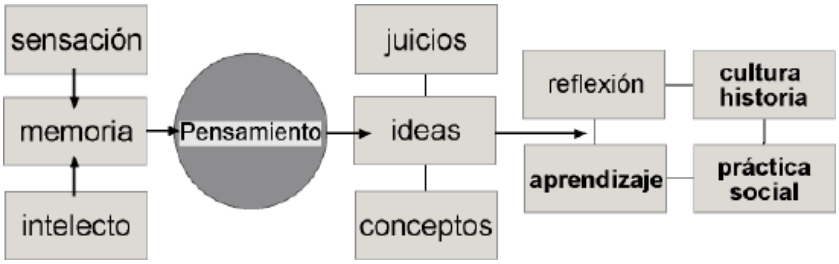


Figura 12 Capacidad de entendimiento, percepción sensorial, significado e interpretación

Aunque millones de estímulos inciden en nosotros continuamente sólo los percibimos parcialmente, en concreto los que nos interesan o los más fuertes, excluyendo el resto. Por tanto, hemos de tener en cuenta los factores más estimulantes para los individuos a fin de originar en ellos el nivel de atención capaz de atraerlos hacia nuestro mensaje. El diseñador debe forzar al receptor a ver lo propuesto por él, supeditándose a las propias características del sujeto o a partir de una fuerte llamada de atención. Para ello, se puede usar el contraste cromático, el sonido, elementos atractivos y originales o cualquier otro recurso.

La semiótica y ergonomía del entorno

La relación que existe entre el conocimiento humano y el medio físico que nos rodea es una premisa básica para las aplicaciones de la semiótica y la ergonomía. Las manipulaciones que pueden hacer estas dos disciplinas sobre el ambiente y la conducta influyen en una mejora de nuestra relación con el mismo. Además, la conducta y el ambiente son interdependientes, de modo que la variación de uno de estos valores afecta directamente a otro.

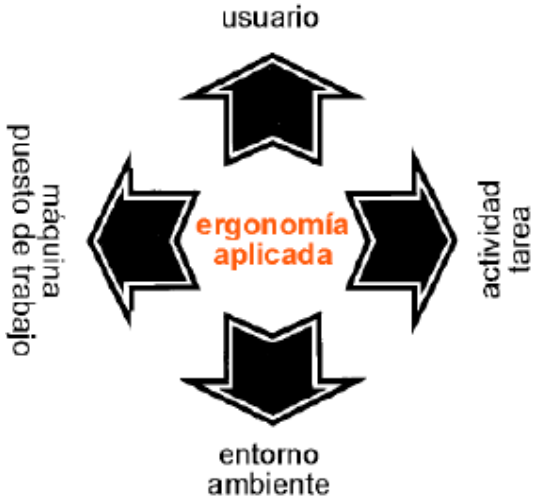


Figura 13 Relación de la ergonomía con los entornos de actividad

Pero es importante recordar que, aunque la mayor parte de los individuos experimenta más o menos las mismas cosas, no las comprenden del mismo modo, ya que, junto a la percepción, la cognición interviene en la captación y comprensión del entorno y provoca comportamientos y significados individuales.

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.

Según la AEE (Asociación Española de Ergonomía), podemos definir "ergonomía" como: "El conjunto de conocimientos de carácter multidisciplinar aplicados para la adecuación de los productos, sistemas y entornos artificiales a las necesidades, limitaciones y características de sus usuarios, optimizando su eficacia, seguridad y bienestar".

En este sentido el medio ambiente puede ser considerado un modo de comunicación "no verbal", en el que cualquier uso de éste se convierte en signo de su función, por ejemplo: la flecha, de arma ofensivo —defensiva— instrumento de caza a indicador de dirección, intensidad y sentido. Podemos considerar al entorno como un acto de comunicación, en el que los enunciados serán elementos materiales con significados tanto sociales, como estéticos, del que no hay que olvidar su funcionalidad. Por tanto, sólo se logrará un entorno correctamente habitable y amigable, que se adecue a las limitaciones y habilidades del usuario, si no olvidamos su función semiótica y perspectiva ergonómica.

3 El sistema gráfico: la imagen

Imagen y sentido

Aun partiendo de la existencia de un nexo común a todas las imágenes visuales, independientemente de su naturaleza y forma, o su posterior uso, no podemos ignorar que nos encontramos inmersos en lo que llamamos la "civilización de la imagen", pues vivimos en medio de una de densificación icónica. Cada vez es mayor la frecuencia con que utilizamos los valores gráficos para comunicar, lo que ha determinado una sensibilización de los individuos hacia éste tipo de comunicación y al consumo indiscriminado de lo visual.

Figura 14 Civilización de la imagen ([TAM97], Pág. 9)

Es imprescindible, para entenderlo, que partamos de la definición de "imagen", que, como indica SANABRIA es

> *"Desde el punto de vista físico como la reproducción de la estructura física de un objeto, su apariencia exterior, que por tanto representa algo de lo que conserva su presencia, gracias a lo cual puede reconocerse y memorizarse. Es la forma la que realmente se memoriza y permite la identificación posterior. Por lo que sin una experiencia previa no resultaría reconocible"* [SAN94].

En este sentido, la imagen es, en principio, una experiencia de la percepción visual y nuestro sistema está capacitado, de una manera innata, para identificar casi instantáneamente las estructuras simples que la componen, aunque necesita hacer un esfuerzo para reconocerlas cuando éstas se vuelven complejas. Por ello, resultan más fáciles de comprender las imágenes simples y reducidas a pocos rasgos, que limitan la confusión consiguiendo una comunicación instantánea. Su éxito dependerá de utilizar los mecanismos de la percepción con fines semánticos, sin ambigüedad, que produzcan una rápida decodificación y una rápida transmisión.

Las imágenes, por tanto, están creadas para ser percibidas, y en consecuencia son mediadoras entre el receptor y la realidad. Vemos pues que pueden entenderse como representación de la realidad, entendiendo "representación" no sólo en cuanto a la semejanza de la imagen con el objeto representado, sino en su capacidad de compartir con éste el mismo significado y cumplir ambos la misma función, así como interpretación, ya que de ella el observador va a generar un sentido que provocará una serie de sensaciones y una respuesta.

Pero, es en realidad el observador quien le atribuye significado, pues la imagen siempre se encuentra inmersa dentro de un proyecto de comunicación, para lo cual es necesaria la colaboración de un determinado contexto, ya que dependiendo de éste el significado puede variar. O sea*: "la imagen es la forma codificada de la realidad que se reduce a un soporte de dos dimensiones".* Así, encontraremos imágenes relacionadas con la representación fiel de la realidad, imágenes que definen conceptos abstractos —simbólicas— e imágenes que determinan un contenido difícilmente reproducible gráficamente, de modo que su representación no se relaciona con su significado —los signos.

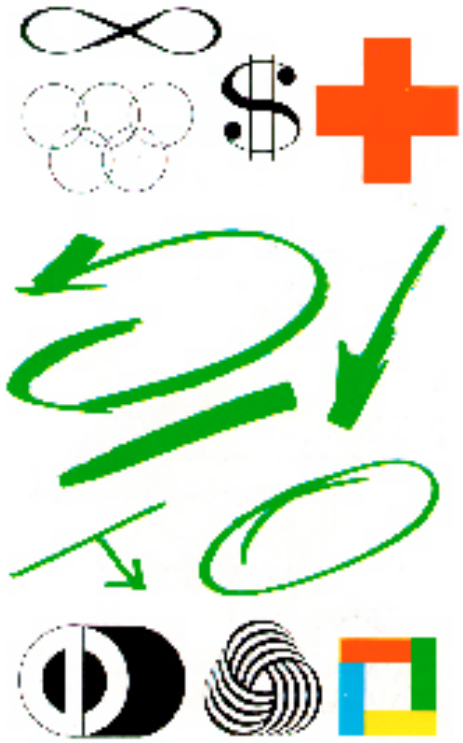


Figura 15 Signos y símbolos ([MOL90], Pág. 133)

Hemos dicho que el sustrato de la imagen es una carga informativa que el receptor va a traducir a partir de la identificación de las formas que la componen. Por ello, podemos deducir que la imagen produce sentido, pero un sentido que no puede ser

complejo en su codificación, sino que sólo puede funcionar si se basa en códigos conocidos y relacionados con el contexto que rodea al receptor. El espectador no se mantiene aislado a la influencia de aquel en la interpretación de las imágenes. No podemos olvidar que la relación se establece entre una imagen concreta y un espectador concreto, y se ha de tener en cuenta para lograr un correcto funcionamiento de la misma.

Por tanto, la decodificación de la imagen resulta indispensable para la correcta comprensión del mensaje transmitido y generalmente, gracias al aprendizaje, es prácticamente automática, como un acto reflejo, que provoca respuestas inmediatas. Pero si se trata de mensajes muy complejos que exigen demasiado esfuerzo por parte del receptor en la decodificación e implican una serie de decisiones de interpretación, el resultado tardará más en llegar, no se producirá correctamente o la respuesta será la incomprensión, por lo que se producirá el rechazo de la información. Todo esto implica, que el lector interprete correctamente la imagen aplicando una serie de códigos conocidos, para llegar al contenido de los recursos expresivos que la componen, en los que por supuesto también influye el soporte o dispositivo elegido.

La lectura de la imagen

Como se ha dicho, la función fundamental de la imagen es proporcionar una clave de lectura al espectador, a fin de asegurar la comprensión de un significado determinado e implícito en ella.

Podríamos por tanto decir, como indica GAUTHIER [GAU86], que: la imagen es un enunciado con equivalencia lingüística desde el punto de vista icónico por su capacidad de producir significación, como una estructura compuesta de signos que producen un sentido y que da lugar a un contenido a través de un discurso visual, que se basa en estrategias dirigidas a la mirada del espectador, proponiendo un intercambio comunicativo a través de un diálogo simbólico con el receptor. Su función es "hacer ver" aquello que le interesa mostrar.

Según AUMONT [AUM90] esta interpretación de la imagen como un "texto visual" establece una relación de ésta con la palabra. Ya que los códigos icónicos y los significados no pueden existir sin una referencia a lo verbal (...) su relación con el lenguaje se debe a la necesidad de interrelación de su dimensión visible con la inteligible.

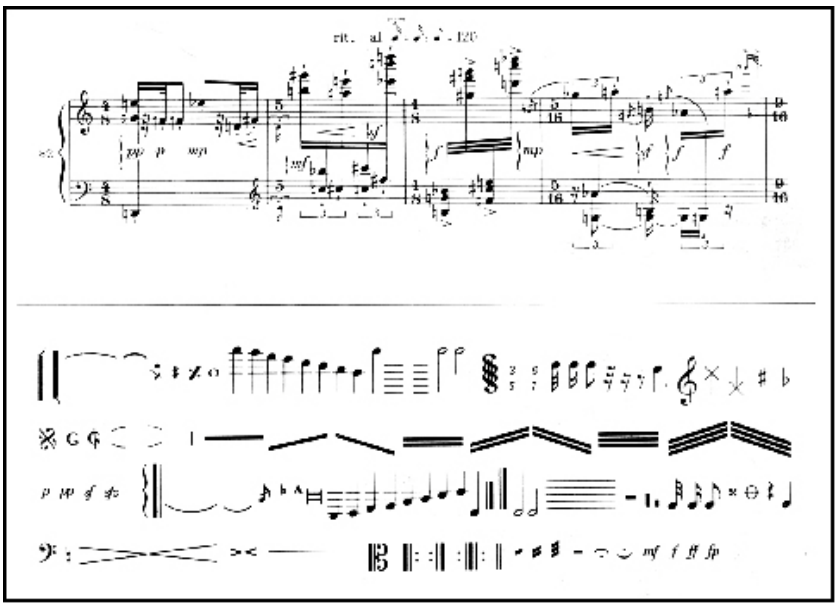


Figura 16 Lectura semiológica ([MOL90], Pág. 31)

La palabra y el signo gráfico funcionan de un modo similar, con una relación entre significante y significado bastante establecida. El lenguaje dispone de palabras para nombrar determinados conceptos u objetos, y de diferentes categorías de éstas

para hacerlo: nombres, adjetivos, adverbios... La imagen los sustituye por elementos gráficos que constituyen un sistema que, aunque limitado, resulta intemporal y capaz de, a través de su combinación creando formas, dar un significado concreto. Pero, no podemos olvidar que la interpretación del lenguaje es siempre fija y la de la imagen varía respecto a la del espectador y su contexto. Esto determina el uso que se hace de ella y pone de manifiesto la interpretación diversa que resulta en los diferentes receptores.

Si la imagen tiene un contenido, éste debe ser leído por su destinatario. El problema viene definido por el tipo de lectura que de ella queramos hacer. Esta puede ser de dos tipos, dependiendo de nuestro objetivo: la "lectura semiológica", relacionada con el uso de códigos aprendidos, más o menos universales y naturales, que determinados por el diferente contexto social que rodea a cada sujeto darán lugar a diferentes interpretaciones; y la "lectura icónica" basada en el uso de un código exclusivo y elaborado, por tanto más difícil de comprender, puesto que incluye una funcionalidad intencionada.

Signo, símbolo e icono

El signo es una entidad codificada, en relación principalmente con el significado de la imagen en el proceso de comunicación, que establece una equivalencia semántica entre éste y la forma o significante, y no representa al objeto en su totalidad, sino que lo hace desde un determinado punto de vista para lograr un fin determinado. Toda codificación icónica persigue un objetivo persuasivo. Pero, el signo puede poseer más de un significado, muchas veces provocado por relaciones connotativas, o incluso poseer una significación imprecisa, lo que puede inducir a confusión.

Las imágenes icónicas no comunican de forma directa, se hace necesario analizarlas, aunque ese acto sea normalmente casi instintivo. Algunas transmiten información acerca de otros objetos, otras son representaciones de conceptos en el conocimiento, pero todas mantienen una relación con la realidad.

Las imágenes pueden poseer diferentes escalas de iconicidad. Si se ordenan de menos a más, diremos que las primeras son aquellas que representan al objeto por semejanza, las segundas las que sólo representa partes del mismo y por último las que no se asemejan en su forma pero realizan un paralelismo con su significación o función, bien metáforas.

Como indica UMBERTO ECO, se establece una relación entre la apariencia formal y la imagen mental que poseemos. Hay una correlación visual entre forma sígnica y forma del pensamiento; de la misma manera que existe una relación entre la forma del signo y la función u objeto que éste describe. Así, un signo que represente movimiento será altamente dinámico en su representación formal y viceversa. El signo establece una relación íntima entre expresión y contenido, llegando incluso a que el significante se asocie a un determinado significado unificando los comportamientos de los individuos ante determinadas imágenes. Es lo que denominamos un "estereotipo", permitiendo provocar mediante su percepción una determinada respuesta para lograr un objetivo concreto prefijado.

Estableciendo una clasificación explícita entre: signo, símbolo e icono para diferenciarlos, se puede definir el "signo" como cualquier cosa que evoca o representa la idea de otra. La entidad mínima con significado puede ser considerada signo, por lo que signos son tanto un símbolo, como un icono.

El "icono" suele basarse en convenciones sociales estereotipadas, definen conceptos singulares y concretos, no generales, y establecen una conexión física con el objeto que representa por semejanza, de modo que posee sus mismas propiedades.

Los "símbolos" responden a un proceso metafórico en el que se utiliza una representación abstracta sin un código interpretativo específico, que transmiten una idea contenida en la imagen. Pueden poseer distintos significados, dependiendo de la interpretación que reciben; tanto, que es difícil determinar una correcta decodificación de ellos. Algunos símbolos han adoptado un significado estereotipado y han

sido considerados como universales. Por ejemplo, la cruz o la flor de lis, identificadas con el cristianismo y la corona francesa respectivamente.

Elementos morfológicos de la imagen

El significante gráfico no responde a una elección caprichosa, la forma elegida ha de estar sometida a un sistema convencional que defina el uso de una serie de elementos morfológicos, un lenguaje gráfico establecido que permita su comprensión para el usuario. Por lo que, debemos tener en cuenta que para representar algo, antes, debemos realizar una selección de lo que va a ser representado y cómo representarlo, lo cual significa que representar implica escoger unos signos y prescindir de otros. No sólo es importante lo que se muestra, también aquello que se oculta y de lo que se va a prescindir.

Este alfabeto gráfico del que hablamos es el que constituye el "lenguaje de la imagen", y lo componen elementos como el punto, la línea, la forma, el plano, la luz, el color, el espacio, el tiempo y el sonido, al cuál se van incorporando nuevos recursos que vamos asumiendo conforme nos familiarizamos con ellos, como ocurrió con la perspectiva tras el Renacimiento. Es importante conocer este alfabeto visual y sus características, en el que toda imagen se puede descomponer en porciones menores y más sencillas gráfico – morfológicas, que desempeñan a su vez una función gráfica específica cada uno, al mismo tiempo que intervienen en la composición global de la misma. La imagen es el resultado de la articulación sintáctica de dichos elementos creando una estructura con una composición determinada, expuesta a través de un canal seleccionado, un soporte elegido y un carácter espacial que definirá su encuadre y su tamaño. Todo ello, organizado a partir de una serie de normas de uso y distribución, que se basan fundamentalmente en los principios que determinan la organización perceptiva en el ser humano, ya que será éste su receptor, aumentando, de ese modo, el criterio de eficacia en la creación de la imagen.

Dicho criterio de eficacia se basa principalmente en el llamado por VILLAFAÑE [VIL96] "Principio de simplicidad estructural", que se basa a su vez en tres variables: la "pregnancia de la forma", la "composición plástica" y la "correspondencia entre forma y contenido".

Cuando hablamos de pregnancia nos referimos a la claridad perceptiva de la imagen como estímulo, de modo que ésta será mayor cuanto más simple. Cuanto menor sea la ambigüedad visual de su aspecto formal respecto a lo que representa, cuanto más se adecue a las condiciones naturales de la percepción humana y mayor sea su legibilidad, evitando aquellos elementos que puedan entorpecer su lectura o hagan más compleja su comprensión.

A su vez, la composición plástica debe estar definida por una estructura interna claramente determinada, incluso dirigida por criterios geométricos como la simetría, por la observación de las formas de lectura de cada núcleo cultural, por ejemplo, la sociedad occidental lee de izquierda a derecha y de arriba abajo, y la unificación de los elementos formales en un mismo sistema de representación, simplificándolos y reduciendo su cantidad si fuese posible.

Y por último, la correspondencia entre forma y contenido entendida como la adecuación del contenido a las características narrativas y limitaciones propias del medio de transmisión de la imagen, en este caso, el ordenador.

La creación plástica de cualquier imagen va a estar mediatizada por el medio de registro y reproducción de la misma, ya que esta mediación determina las características del lenguaje visual que se adopta. En este caso, nos referimos a imágenes creadas con un fin determinado y una intencionalidad comunicativa. Imágenes tecnificadas obtenidas a partir de un sistema de registro que supone, a su vez, su soporte; ya que para su reproducción se exige la mediación del propio sistema de creación. Son, sin duda, imágenes complejas, como lo es el medio de producción, el

sistema informático, que generalmente posee un alto grado de iconicidad y un tipo de reproducción absolutamente exacto.

La representación plástica de la imagen puede adoptar muy diferentes formas, resultado de la elección de un sistema gráfico y de las relaciones establecidas entre los diferentes recursos morfológicos constituyendo una unidad a través de una estructura que define una composición determinada. Son muchas las variables que determinan este sistema, VILLAFAÑE [VIL96] las señala como: la condición dinámica de la imagen que las divide en imágenes fijas o en movimiento, la representación espacial, ya sea una imagen plana o tridimensional, la dimensión temporal que determina imágenes aisladas o secuenciales, y por último, la dimensión formal, relacionada con la elección de los elementos gráfico–formales que la componen y su estructura compositiva. Estos son los responsables de la construcción formal y material de la imagen y están asociados a su significación plástica, que viene determinada por la interacción de todos ellos entre sí. Los podemos enumerar como:

El punto

Aparentemente el más simple de todos, la señal mínima que puede formar parte de una imagen. Como marca, posee una gran fuerza atractiva, por lo que su situación en una composición puede establecer los ejes básicos de la estructura. De hecho, vemos aparecer varios puntos juntos y tendemos a percibirlos agrupados creando formas. Una secuencia de puntos puede imprimir ritmo a la imagen, creando una especie de línea dinámica que genera un cierto movimiento en esa dirección.

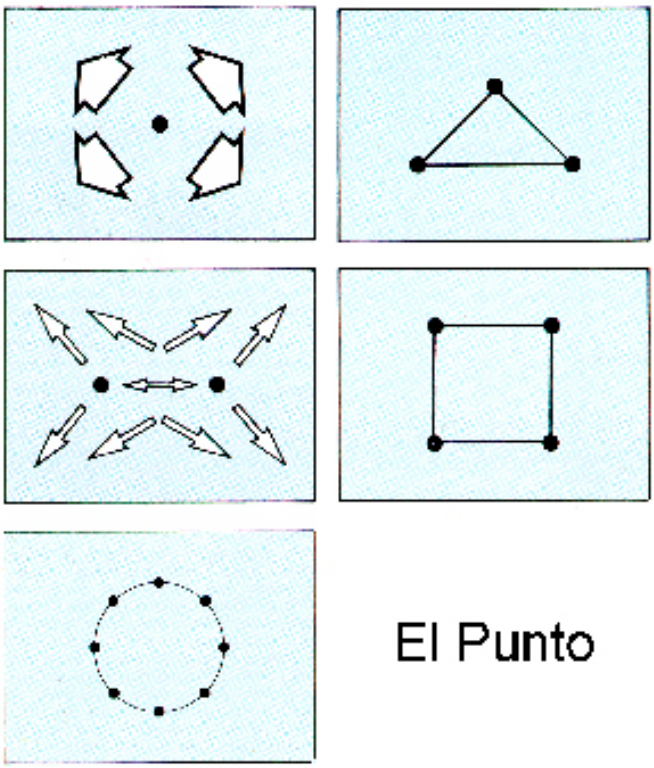


Figura 17 El punto ([APA92], Pág. 64)

El punto, como el resto de los elementos morfológicos de la imagen posee infinitas posibilidades de combinación y variación, dependiendo de su forma, color, dimensión... Respecto a ésta última, cuando el punto crece y se hace demasiado grande se considera como si fuera una superficie. Respecto a su función en la composición podemos encontrar diferentes tipos de puntos: los que funcionan como centros geométricos o centros de equilibrio, como puntos de atención, o como centros de fuga en una simulación de profundidad. Por lo que podemos determinar que su importancia está definida por su ubicación en el espacio ya que ayuda a dirigir la visión del observador.

La línea

Elemento más complejo, permite satisfacer un mayor número de funciones respecto al punto. Podemos definirla como el resultado del recorrido que describe un punto o una sucesión de ellos en movimiento. Gráficamente su principal característica es la longitud, creando segmentos direccionales que organizan el espacio y la composición, determinando ejes que delimitan zonas de atracción compositiva, pudiendo incluso definir el sentido de la lectura, señalar la dirección de una forma o composición, o determinar el grado de dinamismo de la misma.

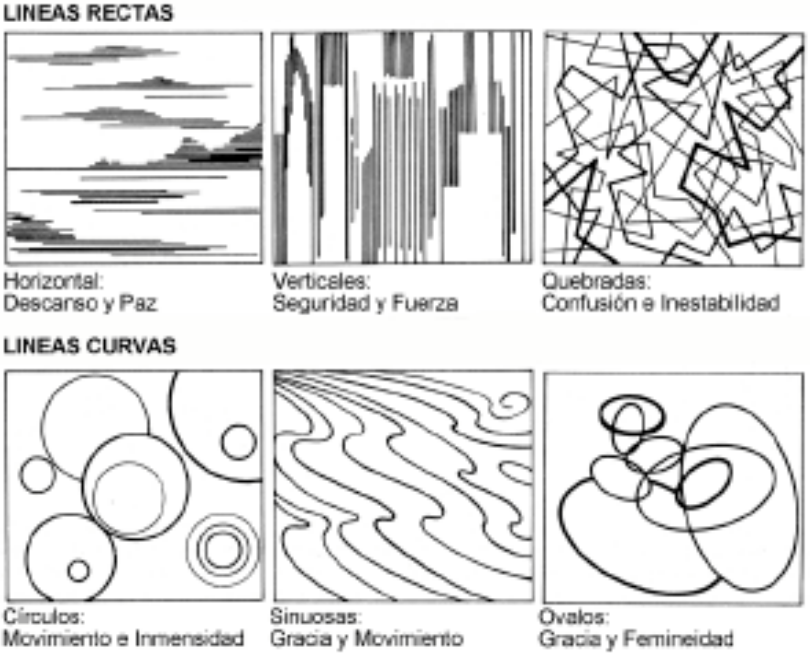


Figura 18 Dinamismo de la línea ([MER88], Pág. 295)

También, son capaces de crear texturas, incluso proporcionar volumen a los objetos, aportar sensación de profundidad a través de las líneas que convergen en puntos de fuga, delimitar la estructura de un objeto y simular efectos de movimiento. Existe una gran variedad de tipos de líneas, basadas fundamentalmente en su dirección. Pero, son las líneas curvas, rectas u oblicuas quienes determinan la dinamicidad de la misma, siendo las líneas rectas más estáticas que las curvas u oblicuas. De hecho, una línea oblicua será la más dinámica, sobre todo si sigue las diagonales que delimitan el marco de la imagen; las líneas discontinuas implican movimiento, mientras que la línea horizontal simboliza por defecto el reposo, es la más estática, lo que puede sugerir el uso de la línea para aportar valores dinámicos a la imagen.

Dependiendo de su grosor pueden reforzar, o disimular aspectos expresivos y si se asocian en grupos, pueden llegar a crear tramas que sombreen y den volumen a los objetos. Su contribución en la creación de formas es fundamental, normalmente funcionando como contorno donde adquieren una clara importancia compositiva.

La forma

Es el elemento gráfico que define una superficie con unas dimensiones delimitadas, íntimamente ligada al espacio bidimensional que ocupa, y muy relacionada con la capacidad perceptiva del ser humano de identificar los objetos. No en vano es la forma almacenada en nuestra memoria la que nos permite identificarlos y diferenciarlos, al mismo tiempo que sintetiza en una estructura global a todos los elementos morfológicos que componen una imagen. Las tres formas básicas, que colaboran en al creación de todas las demás formas posibles mediante su combinación son: el cuadrado, el triángulo equilátero y el círculo.

Su principal función es la definición, articulación, organización del espacio y la simulación de tridimensionalidad, basada fundamentalmente en su representación en perspectiva a partir de proyecciones. Superposiciones entre objetos y grados de

deformación, que un elemento puede adoptar según determinados puntos de vista, contribuyendo, a la vez, a la composición dinámica de la escena. Cuando usamos unas formas y no otras en la composición de una imagen estamos escogiendo también una serie de valores expresivos.

La luz

Radiación electromagnética, de la cual el ser humano sólo percibe una franja muy estrecha dentro del espectro de radiaciones, a la que nuestro ojo es sensible. Su percepción depende de la composición física de las superficies sobre las que incide, ya que todo lo que vemos lo hacemos gracias a la luz, la cual, al incidir sobre los objetos y ser reflejada impresiona nuestra retina, definiéndolos y determinándolos. Así, podemos afirmar que la luz influye en dicho registro, intensificando o disminuyendo valores como el color. Incluso contribuye en la distribución compositiva de la escena, siendo un elemento de gran impacto expresivo. Mediante una adecuada gradación, puede sugerir profundidad y tridimensionalidad, definir formas, modelar superficies y volúmenes. Las diferentes cualidades nos aportan datos acerca de lo que vemos, como la *luminosidad*, que indica la cantidad de luz percibida y determina la claridad u oscuridad de los objetos. La *tonalidad* que indica cómo incide la luz sobre los objetos que ayuda a la captación de las formas.

Figura 19 Alteración del tono según el color yuxtapuesto en tamaño e intensidad

Pero los tonos no son estáticos, se interrelacionan, y su cercanía altera la intensidad de los tonos yuxtapuestos. De hecho, un tono claro, parece más claro cerca de un tono oscuro y viceversa. Lo que afecta a la percepción de la forma, ya que un tono claro se expande rodeado de uno oscuro y un tono oscuro se comprime rodeado de uno claro. En las *imágenes informáticas* la luz es una cualidad esencial ya que es el instrumento de producción y soporte del medio, a partir de la respuesta eléctrica de ciertas sustancias que reaccionan ante la incidencia de ésta.

El color

Definido como "la sensación originada en la acción de las radiaciones cromáticas de los cuerpos sobre los receptores fisiológicos y los centros cerebrales de la visión" CRESPI y FERRARIO [CRE95]. El color, por tanto, es una experiencia sensorial provocada por la emisión de luz, reflejada por los objetos sobre la que ésta incide en una determinada intensidad, que responde a las longitudes de onda y a diferentes valores de brillo que lo determinan en sus tres características principales: la "tonalidad o matiz", la "saturación o intensidad" y la "luminosidad o claridad".

La "tonalidad" viene determinada por las diferentes longitudes de onda reflejadas por los objetos y permite la clasificación de los colores, la "saturación" define la mayor o menor intensidad dependiendo de la cantidad de blanco que contiene y la "luminosidad", es el atributo que se relaciona con la cantidad de luz o claridad.

El sistema de organización convencional de los colores se establece a partir del Círculo cromático, donde aparecen los colores según las relaciones que existen entre ellos. Se clasifican en primarios: rojo, amarillo y azul y secundarios o complementarios: violeta, naranja y verde, que aparecen como consecuencia de la mezcla equilibrada de los primarios y están situados diagramalmente, o sea enfrentados, en el círculo cromático, cada color primario enfrente de su complementario.

Por otro lado, son dos los sistemas de registro del color: el "aditivo" y el "sustractivo". Utilizan modos diferentes para registrar y plasmar el color. El *sistema sustractivo* es aquel que combina pigmentos cian, magenta y amarillo y de la unión de los tres se obtiene el negro. Y el *sistema aditivo*, que se basa en la suma de radiaciones de diversa longitud de onda, que se combinan a partir de los colores luz prima-

rios: rojo, verde y azul, la suma de los tres produce la luz blanca. En este sistema la mezcla de color se origina por superposición de los colores a modo de filtro, pudiéndose comprobar también que el mecanismo humano de la visión actúa del mismo modo. Es el utilizado en los aparatos electrónicos de producción de imágenes: la televisión y el ordenador. Estos funcionan por puntos que se agrupan en tríos de color (rojo, azul y verde), que se excitan a través de una señal eléctrica. El conjunto de la imagen está compuesto por una red de puntos luminosos de un determinado color que a la distancia adecuada parecen fusionados entre sí.

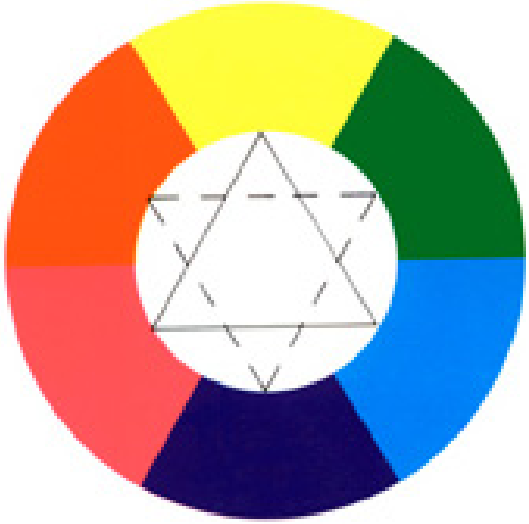


Figura 20 Círculo cromático

Respecto a las funciones plásticas en imágenes, su composición y creación, podemos decir, que el color contribuye a la recreación del espacio, ayudando incluso a la simulación de la profundidad (sombreado que modela las superficies) o sugiriendo distancia (progresiva disminución y difuminación del tono respecto al primer plano de observación). También podemos definirlo como el elemento que ayuda a dinamizar las composiciones a través de la propia interacción de los colores que la componen; de hecho, éstos son dinámicos, pudiéndose matizar que los claros son excéntricos mientras que los oscuros son concéntricos.

Figura 21 Sistemas de registro del color ([APA92], Pág. 96)

Las dos principales formas de relación dinámica entre los colores son la armonía y el contraste.

La *armonía* crea una composición con variaciones cromáticas suaves y graduales relacionando colores afines, sin mostrar excesivos contrastes, pero sin olvidar cierta diversidad para no mostrar monotonía.

El *contraste* se produce cuando los colores relacionados contienen pocas semejanzas entre sí. Por ejemplo yuxtaponiendo colores cálidos o fríos y fundamentalmente relacionando los colores complementarios: rojo – verde, amarillo – violeta, azul –

naranja. La composición se convierte, de esta manera, en un fuerte estímulo visual, una llamada de atención. Aunque en contrastes muy acentuados se corre el riesgo de lograr resultados contrarios a los buscados, reduciendo considerablemente la legibilidad, al producirse vibración (contraste entre complementarios). Se pueden moderar estos contrastes a través de la variación sutil de la luminosidad entre ellos.

Vemos, por tanto, que el color posee la capacidad de crear ritmos y variar la intensidad dinámica de las composiciones.

Pero hay un enorme grado de subjetivismo en el uso del color y los mensajes connotativos que éste transmite; ciertos colores son más apropiados que otros para determinadas funciones o mensajes, pero se hace muy difícil regular reglas universales para esto, debido a las grandes influencias culturales de cada sociedad. En este sentido de unificación de criterios para una mejor percepción trabaja la Ergonomía. Pero es evidente que, el color posee claras manifestaciones sinestésicas, haciendo referencia a dimensiones relacionadas con el resto de los sentidos y la sensibilidad. Vemos colores cálidos y fríos, ligeros y pesados, tristes y alegres...

Figura 22 Alteración del color según el color yuxtapuesto en tamaño e intensidad

Es importante conocer las interrelaciones cromáticas para determinar una correcta combinación y evitar resultados que pierdan su significación (tanto por exceso o por defecto compositivo) y perturben la lectura.

También, el saber que los colores saturados nos producen un fuerte impacto visual, (sobre todo en su estado de pureza), y se relacionan con sensaciones alegres y dinámicas. Pero, combinados en exceso en una misma imagen esta fuerza se perderá y produciremos una confusión atencional. El efecto visual será más intenso si reducimos los colores saturados y los combinamos con otros más neutros. Mientras que los colores no saturados transmiten sensaciones débiles y más sutiles. Si son luminosos, pueden crear una composición elegante, pero, si se oscurecen parecerán sombríos.

A través de su propiedad sinestésica, el color nos transmite cualidades térmicas, de hecho, los clasificamos en colores cálidos y fríos. Así como sabores: dulce, salado, amargo... o podemos relacionarlo con notas musicales, etc.

La dimensión temporal de la imagen

Cuando hablamos del "tiempo de la imagen" hacemos referencia al hecho de que la imagen muestra un momento de la realidad, al margen de referirnos a la capacidad de recrear imágenes animadas o secuenciales. Aunque, esta relación entre imagen estática y tiempo no parezca lógica, sí lo es, si nos referimos a que cada escena representa una imagen que encierra una instantánea de la realidad tomada en un momento preciso y escogido.

De hecho, incluso a través de recursos gráficos podemos simular el paso del tiempo o el movimiento en una imagen fija, la clave está en la organización del espacio; o como sucede en las historietas de cómic, por ejemplo, cuando se dibuja la cabeza del personaje en varias posiciones superpuestas en la misma viñeta, que se sugerirán momentos simultáneos de un mismo movimiento.

Vemos que podemos modular el tiempo a través de imágenes fijas. De hecho, la alternancia de varias de ellas en un mismo marco puede sugerir un determinado modo de lectura o un recorrido visual determinado que articule el espacio a través de recursos gráficos. En este sentido se puede hacer uso de las diferentes intensidades lumínicas, alternancias o agrupaciones de tamaños, centros de interés, tex-

turas o escalas variables de valores tonales, de modo que el tiempo en este caso, puede sugerir un tipo de estructura compositiva para producir un cierto significado plástico secuenciado.

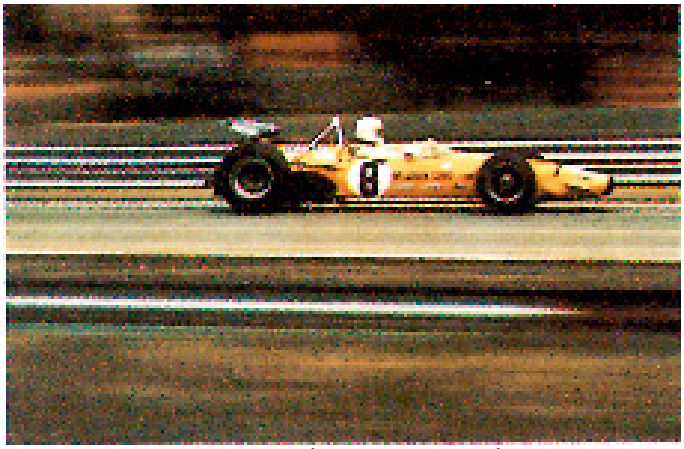


Figura 23 Instantánea ([APA92], Pág. 165)

Por tanto, apreciamos que el ritmo y la tensión son factores que hacen referencia al tiempo, simulado en la imagen fija a través de los recursos gráficos. Podemos generar ritmo, y con ello dinamismo, lo cual no implica directamente movimiento, aunque puede lograrse a través de contrastes cromáticos, de textura, de escala... o modulando hacia determinadas zonas la composición y jerarquizando los elementos representados, ordenándolos a intervalos según una cierta secuencia periódica o cadencia. Así también, lograr una progresión compositiva de éstos en el espacio, por lo que vemos que en realidad el ritmo exige un cierto grado de orden y un modo específico de relación entre los elementos de la imagen, lo que debe responder a una adecuada estrategia compositiva.

Respecto a la tensión, VILLAFAÑE [VIL96], se trata de la pugna de la imagen deformada por recuperar su estado natural. Por tanto, toda deformación, distorsión u orientación de la forma diferente a su estado natural producirá tensión. Así, las formas oblicuas se alejan de la estabilidad de la línea horizonte, formas irregulares, discontinuas, los escorzos, o los fuertes contrastes.

Figura 24 Varios movimientos en la misma viñeta ([APA92], Pág. 165)

El encuadre de la imagen

Las relaciones de escala, proporción y tamaño con el formato y soporte elegido para reproducir la imagen determinan un marco particular, y con ello, su encuadre. Es evidente la modificación de tamaño de una imagen respecto a un formato que permanezca fijo varía considerablemente la sensación que ésta provoca. Dependiendo del formato seleccionado el tamaño de la imagen se verá afectado y viceversa, ambos deberán variar proporcionalmente para mantener unas determinadas

significaciones plásticas. Formato, tamaño, escala y proporción son elementos fundamentales para una correcta percepción de la imagen en términos de identificación y legibilidad.

El tamaño

Es uno de los factores fundamentales que nos ayudan a identificar y definir las imágenes y objetos conocidos. En una composición, el tamaño establece un peso visual y una jerarquización, en cuanto al espacio que ocupa un elemento en la misma. Por tanto, su impacto visual en el conjunto y respecto a las partes, siempre será mayor cuanto mayor sea el tamaño de lo representado. Además, ayuda a recrear la ilusión de profundidad en imágenes bidimensionales a partir del recurso gráfico, basándose en la reducción de tamaño que experimentan los objetos representados respecto a su lejanía del primer plano, es lo que llamamos perspectiva.

Cuando hablamos de tamaño, no podemos olvidar que es imprescindible para la correcta recepción e identificación de la imagen, respetar siempre las relaciones escalares y de proporción establecidas entre las diferentes partes de la imagen. Estas han de mantenerse invariables aunque se modifique el tamaño, ya sea aumentando o disminuyendo del inicial.

El formato

Se refiere a la proporción del cuadro donde se va a representar la imagen, o sea, el espacio plástico. Lo que implica una relación interna en sentidos vertical y horizontal, espacio en el que se van a representar y estructurar los elementos morfológicos de la imagen. Seleccionar uno u otro formato influirá marcadamente en la composición general y determinará un tipo u otro de representación y significado. Es importante seleccionar el más adecuado para cada caso representativo.

El formato debe favorecer la adaptación al campo visual humano, ya que es el primer condicionante para lograr una composición adecuada y afecta a la significación plástica del cuadro. Debemos buscar la armonía entre la dimensión vertical y la horizontal, lo que nos sugerirá cierto orden visual al que nuestro entendimiento tiende. Pues existe una clara correspondencia entre la estructura del formato y el tema que la imagen compone y significa, acentuando o disipando ciertas tendencias visuales que se corresponden con la composición. Así, los formatos horizontales son los más estáticos, los verticales y circulares lo más dinámicos .

La composición

Es la forma de ordenar y organizar los elementos morfológicos de la imagen en el espacio estructural que nos ofrece el formato, lo que determinará una estrategia para lograr un efecto visual y funcional definido. La composición reúne cada una de las identidades plásticas de dichos elementos y agrupándolos en una propuesta visual unitaria que constituye una imagen dentro de un marco que la delimita. Pero, no podemos olvidar que hablar de composición implica un orden determinado. El principio de unidad y claridad constituyen la base fundamental de toda composición. Los elementos visuales no deben estorbarse creando confusión, sino que todos deben aparecer perfectamente resueltos, individualmente y entre sí constituyendo una unidad que asegure una determinada significación plástica y un sentido. Todos los componentes deben participar en ella equilibradamente, en un orden identificable y fácilmente comprensible, y estéticamente agradable, destacando aquello que nos interesa señalar. Sin eliminar la importancia de crear diversidad y contraste que conceda una característica dinámica, incluso asimétrica a la imagen, que la enriquecerá. La diversidad no va en contra de la unidad, sino que, bien compuesto, lo hace más atractivo y refuerza el significado; pero también es cierto, que ofrece mayor dificultad compositiva. Es fácil crear confusión, la difícil es lograr una composición sencilla que no entorpezca la lectura, por lo que no podemos distribuir los elementos al azar. Pero, una composición equilibrada no ha de ser estática, equilibrio no es sinónimo de estatismo. Una composición estática implica continuidad y uniformidad, mientras que una composición dinámica busca la variación, la

combinación de ritmos y el contraste. Optar por cada una de estas alternativas implica diferentes sistemas de ordenar. De las relaciones establecidas entre los diferentes elemento de la imagen y su estructura obtendremos la significación plástica.

La respuesta necesaria en una composición es delimitar claramente el centro de interés de la misma, o sea, aquel que atraerá la mirada del espectador. El centro de interés estará determinado por un elemento, se constituirá como el dominante en la escena, y debe ser el que resulte más adecuado para captar el sentido de la imagen. Nos ayuda a componer —no olvidemos— el modo que tenemos de leer: en occidente, de izquierda a derecha y de arriba abajo, pues condiciona el modo que tenemos de mirar las cosas y nuestros puntos innatos de atención.

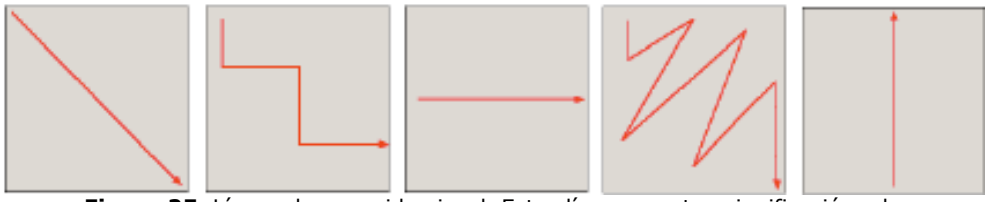


Figura 25 Líneas de recorrido visual. Estas líneas aportan significación a la composición

En la composición de un cuadro, en función de dónde se ubique un elemento, su valor compositivo variará. Para lo cual, resulta muy interesante conocer la impronta visual que poseen las diferentes zonas de una estructura compositiva. En una orientación vertical es muy difícil lograr un equilibrio regular, la parte superior de la composición siempre pesará más que la inferior y es necesario compensar eso para equilibrar el peso visual de la imagen. Esto hace que estas composiciones exijan espacios con una simulación mayor de profundidad que un espacio horizontal o diagonal, debido a la mayor estrechez del espacio. En una composición diagonal de izquierda a derecha se induce un sentido siempre descendente, hacia el ángulo inferior derecho y viceversa, lo que se puede usar para lograr dinamismo, pero, genera tensión e inestabilidad, sobre todo en la parte superior. En una composición horizontal los elementos situados a la derecha de la imagen tienen mayor peso visual y por tanto, son más atractivos. Mientras que una composición centrada, por un lado es muy estable y además crea una zona muy importante de atracción visual, el centro, que generalmente suele coincidir con la situación del punto de vista del observador. Pero, el centro geométrico es una zona débil para situar en ella una llamada de atención y su uso frecuente resulta pesado, lo mismo que si nos desviamos demasiado hacia los extremos laterales.

Figura 26 Composición ([APA92], Pág. 152)

Es más interesante situar el centro de interés en el punto en el que se cruzan las dos diagonales de composición. Una composición circular, o lo que generalmente se denomina *tondo*, las imágenes parecen todas situadas bajo un eje vertical, sobre todo si están centradas y contrastan con la horizontal. Para lograr el equilibrio hay que tratar de adecuarse a todo el formato, haciendo que los elementos lleguen incluso a fluir de forma circular o concéntrica. Normalmente generan tensión, ritmo y movimiento. En estas composiciones las formas redondas u ovaladas se refuerzan.

La zona inferior de la imagen suele ser más estática y sólida que la superior que resulta más llamativa y más dinámica. La izquierda de la composición es más estable y permite colocar en ella pesos mayores sin parecer demasiado desequilibrado y además da sensación de espacio. Mientras que la situación en la parte derecha provoca sensación de pesadez y estrechez. Tampoco podemos olvidar que el tamaño de los elementos también influye, pues el elemento cuanto mayor sea, más importancia compositiva adquirirá.

La imagen informática

Con la gran revolución tecnológica en este siglo hemos entrado en el momento espacio–temporal donde todo gira en el culto al cambio, donde nada permanece, y la imagen se ha convertido en algo efímero. El sistema de construcción y visualización de imágenes está mediatizado, cada vez con más frecuencia, a través del terminal de un ordenador. En este sentido la interfaz es un dispositivo muy versátil para la creación de imágenes y la transmisión de información, suponiendo un recurso muy importante en la comunicación orientada a las nuevas tecnologías.

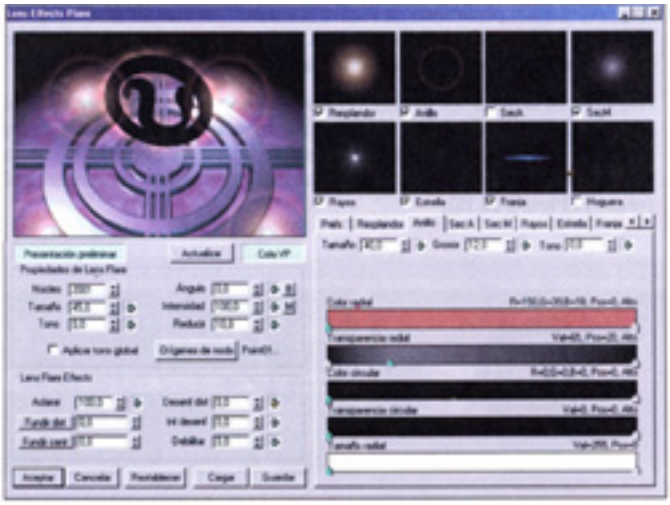


Figura 27 Imagen informática ([CHI00], Pág. 379)

El ordenador dotado de una pantalla de rayos catódicos permite reproducir las imágenes fielmente y registrarlas aplicando descripciones matemáticas algorítmicas, que constituyen su lenguaje/máquina, recogiendo cada uno de los datos necesarios para proyectarlas en el monitor mediante representaciones normalizadas. Como refiere AUMONT [AUM90] podemos establecer el gran salto histórico entre las imágenes impresas tan familiares y las imágenes proyectadas o "imágenes luz", más propias de las últimas décadas. Lo que vemos no es más que el resultado de una proyección luminosa, que proviene de la parte posterior del dispositivo, desde el tubo de rayos catódicos, donde nace la imagen a partir de un haz luminoso que se dirige a diferentes puntos de la pantalla alcanzándolos sucesivamente en un ritmo periódico. Es como una "impresión efímera" constantemente renovada, que ya no resulta de un sedimento inseparable de materiales sobre un soporte, sino de una presencia fugitiva sobre una superficie con la que interactúa, pero, a la que nunca se fusiona.

Es importante tener en cuenta esta relación que aporta siempre una enorme influencia en la imagen, ya que impone a la misma una serie de especificaciones propias del medio. El dispositivo rige el encuentro e implica una específica regulación

de condiciones técnicas y capacidades representacionales. El ordenador no es capaz de realizar las imágenes directamente, deben pasar por un proceso de codificación en la que los contenidos visuales se transforman en impulsos digitales basados en la manipulación de expresiones matemáticas, ya que sólo comprende impulsos eléctricos bajo un patrón binario. Es por ello que las imágenes se interpretan en términos de situación, intensidad y color en cada uno de los puntos luminosos que se proyectan en la pantalla. Ya no hay imagen real, sino que se ha reconstruido a partir de lenguaje informático, no es más que simulación posible de modificar con absoluta precisión.

4 El presente del diseño aplicado a nuevos entornos

Un buen diseño es un "plan concebido mentalmente", una solución eficiente, una respuesta a un profundo análisis, una decisión y sus respectivas consecuencias ante el planteamiento de un problema, que bien integrado, llegará a nuestras manos de una manera natural, en base a una adecuada correspondencia entre la forma y su sentido.

El diseño cumple una labor comunicativa y otra práctica, que hacen referencia a las funciones a cumplir por los objetos y la satisfacción de las necesidades del usuario.

Desde un punto de vista industrial, un producto diseñado no debe ser sólo susceptible de realización, sino que, en sí mismo, debe respetar todas las limitaciones humanas y económicas que rodean la producción, la distribución y uso efectivo, en virtud de la capacidad humana y de la industria.

Desde el campo de la comunicación podemos decir, que el diseño es la adaptación de los conocimientos de composición gráfica a cualquier medio expresivo, actualmente basados en el desarrollo de las nuevas tecnologías y la progresiva transición hacia lo inmaterial de nuestra cultura, en que la información adopta el papel de servicio. Esto se debe, a que tan pronto como han surgido nuevos campos de trabajo, el diseñador se encuentra ante el desafío de explotar todas las posibilidades que los nuevos medios le ofrecen.

La tarea del diseñador actual ha aumentando enormemente con el continuo progreso de la economía, la industria y la electrónica audiovisual. Los nuevos procesos industriales generan productos nuevos realizados en nuevos materiales y con nuevas formas. Los problemas que se le plantean al diseñador han cambiado, al igual que las exigencias que son cada vez mayores. Ya no basta con satisfacer la demanda hasta ahora presente en su profesión, sino que se le hace obligatoria una especial evolución de su labor hacia otros campos relacionados con cuestiones comunicativas, psicológicas y sociales. La apariencia formal del objeto ya no es su máximo objetivo, ahora se centra en la elaboración de elementos comunicativos y funcionales.

Es una labor basada en presentar la información de un modo fácil, inteligible y manipulable para el usuario, acercándose a las necesidades del cliente, consiguiendo un modo de utilización más intuitivo, de aplicaciones sencillas, hasta lograr una relación más íntima entre el hombre y la máquina, para alcanzar un procedimiento claramente más humano y una mayor flexibilidad de uso; no podemos ignorar que el diseño existe por y para las personas.

La aparición de la tecnología multimedia, donde se crea un intercambio de sonido, imagen, textos, símbolos y movimientos, ha producido cambios importantes en nuestro medio de trabajo, en la forma de presentar los resultados del propio proceso de producción, al que debemos adaptarnos. La información adopta una nueva apariencia física, sobre nuevos soportes. Por primera vez, la manipulación de la información se desvincula del papel y hace un nuevo acto de presencia en el campo

de la informática abriendo nuevas posibilidades a los recursos gráficos. La aparición del ordenador ha dado un enorme vuelco al panorama del diseño, ya que permite procesos más exactos y resultados más dinámicos. El flujo de información es su herramienta, cada vez más complejo y rápido. Se introduce un nuevo lenguaje en el mundo del diseño, –el lenguaje visual aplicado a entornos informáticos–, que supone un nuevo desafío a la creatividad, pero, para el que hay que establecer nuevos y mejores criterios de actuación que se ajusten al canal.

La labor tradicional del diseño hasta este momento se convierte en un escaparate informativo en que el diseñador trabaja al servicio de una comunidad virtual de potenciales lectores, abriéndose nuevas expectativas, para lo que resulta necesario sentar unas bases mínimas de actuación. La informática cambia el concepto del diseño y se convierte en el mecanismo que determina su expresión. Nuestra antigua cultura de la palabra se ha transformado en la cultura de la imagen. Nuestra percepción se ve cada vez más influida por las formas de representación visual; lo que nos ofrece un amplio campo de investigación debido a sus innumerables aplicaciones.

El diseñador se convierte en la pieza clave entre el tratamiento de la información y su desarrollo en la pantalla del ordenador, favoreciendo la comprensión, tratamiento y manipulación de la misma, basándose en la capacidad de sintetizar, organizar, y presentar de un modo diferenciador.

El diseño de la interfaz de usuario debe desarrollar pautas de acción acordes a la diversidad de usuarios que se acercan a ella. Por esa razón, se diseña la presentación de nuevas aplicaciones de acuerdo a los conceptos gráficos, para que, el usuario se encuentre cómodo utilizándola, le sea fácil su aprendizaje y le resulte sencillo recordar en cada momento sus aspectos más relevantes.

El diseño ergonómico del puesto de trabajo con ordenador

Dado la importancia que para la salud y el desarrollo del trabajo tiene un buen diseño del mismo, se encomienda por el Real Decreto 488/1997 de 14 de abril (traspone al ordenamiento jurídico español la Directiva europea 90/270/CEE) al Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo la elaboración y el mantenimiento actualizado de una Guía Técnica que proporcione criterios y recomendaciones en la evaluación y prevención de los riesgos para la salud y relacionados con la utilización de equipos que incluyan pantallas de visualización, así como a las medidas preventivas aplicables.

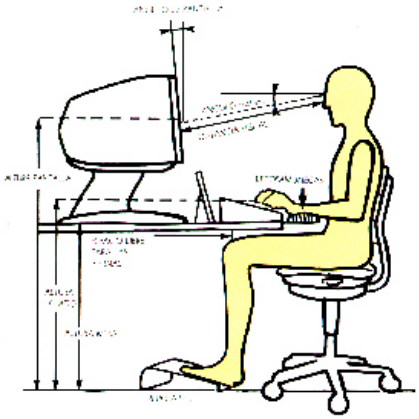


Figura 28 Puesto de trabajo con terminal ([VVA92], Pág. 157)

Es por ello que se recomienda:

Que la utilización en sí misma del equipo no debe ser una fuente de riesgo para los trabajadores; que los caracteres de la pantalla deberán estar bien definidos y configurados de forma clara, teniendo una dimensión suficiente, disponiendo de un espacio adecuado entre los caracteres y los renglones; y que la imagen de la pantalla

deberá ser estable, sin fenómenos de destellos, centelleos y otras formas de inestabilidad.

El usuario de terminales con pantalla deberá poder ajustar fácilmente la luminosidad y el contraste entre los caracteres y el fondo de la pantalla, y adaptarlos fácilmente a las condiciones del entorno. La pantalla deberá ser orientable e inclinable a voluntad, con facilidad para adaptarse a las necesidades del usuario y no deberá tener reflejos ni reverberaciones que puedan molestar al usuario.

Un diseño de teclado correcto para que el usuario pueda localizar y accionar las teclas con precisión y rapidez sin que ello suponga molestias o disconfort. Así, deberá de ser inclinable e independiente de la pantalla para permitir que el usuario adopte una postura cómoda que no provoque cansancio en los brazos o las manos, por lo que tendrá que haber espacio suficiente delante del teclado para que el usuario pueda apoyar las manos y los brazos. Además, la superficie del teclado deberá ser mate para evitar los reflejos, la disposición y características de las teclas deberán tender a facilitar su utilización. Los símbolos de las teclas deberán resaltar suficientemente y ser legibles desde la posición normal de la actividad.

La utilización de los nuevos teclados ergonómicos, más adaptados a la disposición natural de las manos evitarán en el futuro molestias osteomusculares por la ejecución de gestos repetitivos.

Respecto al diseño de la *mesa o superficie de trabajo* deberá ser poco reflectante, tener dimensiones suficientes y permitir una colocación flexible de la pantalla, del teclado, de los documentos y del material accesorio. El *soporte de los documentos* deberá ser estable, regulable y estará colocado de tal modo que se reduzcan al mínimo los movimientos incómodos de la cabeza y los ojos y el espacio deberá ser suficiente para permitir a los trabajadores una posición cómoda: será ajustable en altura, inclinación y distancia, teniendo el tamaño suficiente para acomodar los documentos y resistencia para soportar del peso de los documentos, libre de movimientos y oscilaciones.

El asiento de trabajo deberá ser estable (cinco ruedas), proporcionado al usuario libertad de movimientos y procurándole una postura confortable; la altura y profundidad del mismo deberán ser regulables y el respaldo reclinable, siendo su altura ajustable. Es aconsejable un reposapiés en caso de necesidad.

El entorno del puesto de actividad deberá tener una dimensión suficiente y estar acondicionado de tal manera que haya espacio suficiente que permita los cambios de postura y movimientos para la realización del trabajo.

La iluminación general y la iluminación especial (lámparas de trabajo), cuando sea necesaria, deberán garantizar unos niveles adecuados de iluminación y unas relaciones adecuadas de luminancias ente la pantalla y su entorno, habida cuenta del carácter del trabajo, de las necesidades visuales del usuario y del tipo de pantalla utilizado.

El acondicionamiento del lugar de trabajo y del puesto de trabajo, así como la situación y las características técnicas de las fuentes de luz artificial, deberán coordinarse de tal manera que se eviten los deslumbramientos y los reflejos molestos en la pantalla u otras partes del equipo.

También se tendrá en cuenta en el diseño de los entornos de actividad con pantallas de visualización de datos las diferentes fuentes de luz, tales como ventanas y otras aberturas, los tabiques transparentes o translúcidos y los equipos o tabiques de color claro con el fin de que no provoquen deslumbramiento directo ni produzcan reflejos molestos en la pantalla. Por lo que las ventanas deberán ir equipadas con un dispositivo de cobertura adecuado y regulable para atenuar la luz del día que ilumine el puesto de trabajo.

El ruido producido por los equipos instalados se deberá tener en cuenta al diseñar, en especial para que no se perturbe la atención, ni la palabra. Así, como los equipos instalados no deberán producir un calor adicional al ambiental que pueda ocasionar molestias al trabajador.

En cuanto a la radiación, excepción hecha de la parte visible del espectro electromagnético, deberá reducirse a niveles insignificantes desde el punto de vista de la protección, de la seguridad y de la salud de los trabajadores. La humedad ambiental se deberá crear y mantener en niveles aceptables.

El diseño ergonómico de la interfaz

En la década de los 80 nacen los nuevos factores que definirán el concepto de interfaz de usuario. Por un lado, los medios de comunicación se renuevan y ofrecen una mayor sofisticación, y con ello amplían sus posibilidades de uso. Por otro, lo más influyente en el cambio es la aparición de un nuevo tipo de usuario, debido a la irrupción del "ordenador personal". El usuario ya no es un profesional de la informática, sino que encuentra en ella una herramienta eficaz y fundamental en su ambiente de trabajo e incluso en su tiempo de ocio. Ya no son expertos y para poder disfrutar de las ventajas que le proporciona este nuevo modo de comunicación, necesitan adquirir una serie de habilidades que les permitan dialogar con el sistema informático: el ordenador reclama un grado de conocimiento previo para relacionarse con él.

Si partimos de la premisa que la mayor parte de los usuarios son profanos en este tema la interfaz, se convierte en algo indispensable, para la correcta interacción entre la aplicación informática y la mente humana. De este modo se fue definiendo su papel y la idea que las aplicaciones informáticas debían contemplar la necesidad de una extensión dedicada a la fácil interacción del hombre con el ordenador.

La interfaz de usuario se torna en un elemento esencial en el diseño de productos de ingeniería informática, ya no es un mero añadido que acompaña a las aplicaciones para dar soporte al intercambio de información, sino que es el "escenario" para un comportamiento comunicativo con el ser humano. Es el soporte "software" necesario para facilitar y normalizar la interconexión del "hardware", o sea, la forma de solucionar la complejidad del diseño de las nuevas aplicaciones proporcionando un soporte sobre el que es posible realizar operaciones muy complejas de forma sencilla, para lo que se ha tenido en cuenta la importancia y efectividad de la comunicación visual que nos caracteriza. Es por eso que, se han utilizado imágenes icónicas aplicadas a la interfaz, como metáforas gráficas de representación para conceptos abstractos, destinadas a estimular y complementar la comprensión del sistema informático que se maneja. El objetivo es crear, en la pantalla, analogías gráficas de objetos familiares del mundo real, para dar la idea que la información digital puede manipularse tan fácilmente como lo hacemos con los documentos en papel en un escritorio.

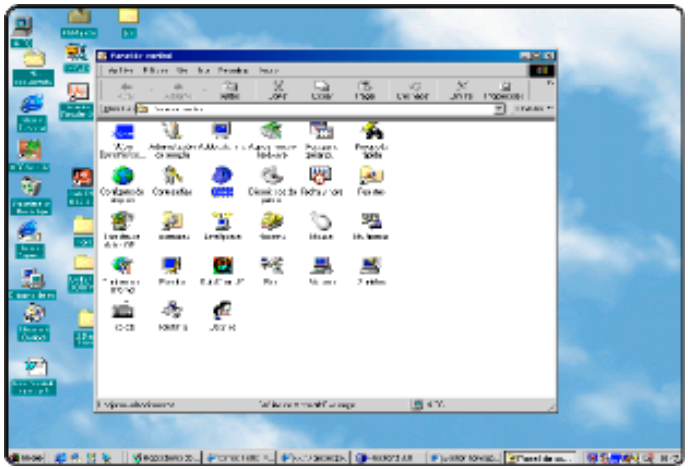


Figura 29 Disposición de los elementos de la interfaz de usuario

Así, una buena interfaz de usuario es aquella que no se limita a acumular elementos, sino que resulta efectiva. La adecuada elección e integración de éstos, debe estar condicionada por el tipo de usuario de la aplicación para dar lugar a un correcto entorno de interacción hombre / máquina y al posible desempeño de una

tarea determinada. Todo lo cual es fundamental en una adecuada estrategia de carácter global que integre esos elementos en un escenario de comunicación eficaz, con presencia clara y diferenciada de la información, permitiendo la lectura rápida y directa, evitando problemas de interpretación y que el modo de interactuar con ella, impida posibles errores y haga de su uso algo casi instintivo. De modo que no sea la interfaz responsable del rechazo por parte de los usuarios, de la infrautilización o de la pérdida de rentabilidad del sistema.

El diseñador gráfico ha de proponer la organización de los elementos en la pantalla y entre pantallas, como la tipografía, el color, el uso de gráficos e ilustraciones, las animaciones y el sistema de navegación. Debe manejar estos parámetros para transcribir la idea conceptual al lenguaje gráfico con un objetivo concreto: que el usuario comprenda el funcionamiento del sistema; para lo que debe presentar las pantallas optimizadas según unos criterios ergonómicos y cuidar la calidad de los mensajes y del lenguaje visual.

Aplicación de la ergonomía a la interfaz gráfica

> *Para* CHAPANIS *"La ergonomía es la tecnología que aplica y descubre información sobre la conducta humana, sus capacidades, limitaciones y otras características para el diseño y mejora de herramientas, máquinas, sistemas, tareas y trabajos para lograr que los ambientes laborales sean productivos, seguros, confortables y efectivos"* [LIL00], Pág. 19.

La ergonomía se basa en el conocimiento profundo del ser humano para optimizar su interacción en el entorno de trabajo y por tanto con las máquinas que le rodean. La función de la ergonomía, en este caso concreto, es la de lograr una adecuada transmisión de información entre el hombre y la máquina, para lo que se basa en el estudio del sistema sensorial del ser humano. Especialmente referente a la visión humana, dado que en la actualidad vivimos en una sociedad basada en una comunicación óptica, prueba de ello es la cantidad de dispositivos visuales de información en todos los ámbitos. De ahí, que los estudios realizados durante muchos siglos por expertos de la visión sean una ayuda esencial a la hora de mejorar las oportunidades comunicativas que han traído consigo las nuevas tecnologías.

El hombre en su trabajo frente a una terminal, ha de enfrentarse a dispositivos técnicos con los que desearía una interacción lógica y armónica. Esa será entonces la tarea del diseñador desde la ergonomía. Se trata de lograr una relación lo más confortable y humanizada posible, en la que sea la máquina la que se adapte al hombre y no al contrario. No es el trabajador el que debe adaptarse a las condiciones de la máquina sino a la inversa, debido a que si esto sucede se reducirá considerablemente el grupo de individuos capaces de interactuar con ella, ya que se hacen necesarias unas condiciones determinadas y un aprendizaje complejo que limitaría su eficacia. Para lo que es fundamental tener en cuenta todos los factores que afectan a la percepción visual de la información en pantalla, y la organización del contenido.

Dado la complejidad de esta relación, el diálogo entre ambos, hombre – máquina, resultará más eficaz cuando se oriente a las capacidades y hábitos humanos. Por lo que resulta imprescindible abordar el problema de diseño de la interfaz desde un planteamiento ergonómico basado en los métodos y estudios que se han desarrollado al efecto, para soportar el intercambio de información entre los usuarios y el sistema. Esto sin olvidar las diferentes peculiaridades individuales de las personas, características, limitaciones físicas y psicológicas a la hora de manipular el entorno artificial; así como las actuaciones que se refieren a la utilización adecuada de la máquina. La falta de un adecuado tratamiento de éstos aspectos, puede ser responsable de que no se logren los objetivos de diseño y de manejo previstos, como son una optimización de aprendizaje y de uso del sistema. Contemplar simultáneamente todas estas premisas de diseño lograría que los ordenadores no sólo sean

capaces de realizar determinadas funciones técnicas, sino que permitan a un operador humano, de forma fácil y eficaz, relacionarse con la máquina.

Figura 30 Reducir la carga memorística, información sencilla

Para que una interfaz sea identificada como correctamente utilizable debe lograr la consecución de los objetivos fijados en su construcción y que el usuario tenga la sensación de satisfacción del trabajo realizado y que su modo de realización sea fácil e intuitivo. Según recomendaciones de LILLO JOVER [LIL00]: "la efectividad de una correcta interfaz aumenta cuando se tienen en cuenta una serie de factores que se han convertido en la regla de oro de construcción de manera que se facilita la comprensión de los contenidos, como son: reducir la carga memorística, evitando el uso de información compleja, como las abreviaturas y tecnicismos; presentar la información siempre de un mismo modo para conseguir una interfaz consistente, relacionándose, en la medida de lo posible, con actividades cotidianas para el ser humano; informar de todas las opciones posibles de interacción, que pueden presentarle al usuario para que sea éste el que elija la forma de interactuar, haciendo evidente el modo en que deben efectuarse dichas acciones y las consecuencias que ellas tendrán; lograr que las acciones sean reversibles de modo que no perjudiquen la continuación del trabajo, es importante introducir mensajes de error lo más positivos posible para evitar el abandono del usuario; permitir la adaptación de la interacción al usuario y no al contrario; y por último, fomentar un aprendizaje fácil del uso de la interfaz que permita que se recuerde sin dificultad aún habiendo pasado un tiempo desde la última actuación".

Diseño ergonómico de los elementos estructurales de la interfaz gráfica

Para ZACAGNINI [ADA94] tres son las estructuras de elementos que construyen una interfaz de usuario: la física, la comunicativa y la funcional.

La primera, se refiere al soporte material en el que se produce la interacción del usuario con la pantalla del ordenador y a la que se unen las características propias del entorno "hardware" al que pertenezca la máquina, así como las propias características físicas y psíquicas del usuario que interactúa. Desde una perspectiva ergonómica, como antes mencionábamos, el papel del diseñador sería el de garantizar la mayor accesibilidad y confort físico del hombre, para evitar una excesiva fatiga, teniendo en cuenta datos antropométricos. Un ejemplo, por su importancia y repercusión en la percepción es el control de la "agudeza visual".

La segunda, estaría relacionada con los aspectos que hacen referencia a los procesos comunicacionales, el intercambio de información entre el sistema y el usuario, definida por lo que vamos a llamar el "diseño de la información".

Y por último, la estructura funcional, que se orienta a la aplicación y su presentación al usuario, el diseño de la interfaz como herramienta interactiva, lo que deno-

minaremos "diseño de la interacción" y en el que incluiremos todos los recursos gráficos. Este debe guiar al usuario de la forma más fácil y flexible posible, para que alcance sus objetivos y hacer al sistema más ágil. Se consigue tratando de limitar la cantidad de maniobras y operaciones que realizan los usuarios para lograr sus objetivos, reduciendo los pasos intermedios innecesarios y logrando una acertada elección del alfabeto gráfico que se va a utilizar.

En este sentido, adquiere importancia el proceso de creación, determinado por una serie de actuaciones que sumadas, conforman el proyecto de comunicación. La primera decisión la constituye la definición del tipo de producto a construir, dependiendo del público al que va a ir dirigido; aunque éste puede ser tan variado que, a veces, resulta muy difícil predecirlo. Más tarde se define la navegación, o sea, el tipo de interacción trazando un guión que motive a los usuarios, dándoles una ruta clara. Y, por último, el estilo formal de los elementos necesarios para producir la maqueta prevista: la apariencia física.

Diseñar la información

El diseño de la información es la fase del proceso donde se organizan los datos informativos al tiempo que se les da una estructura coherente, lógica y significativa.

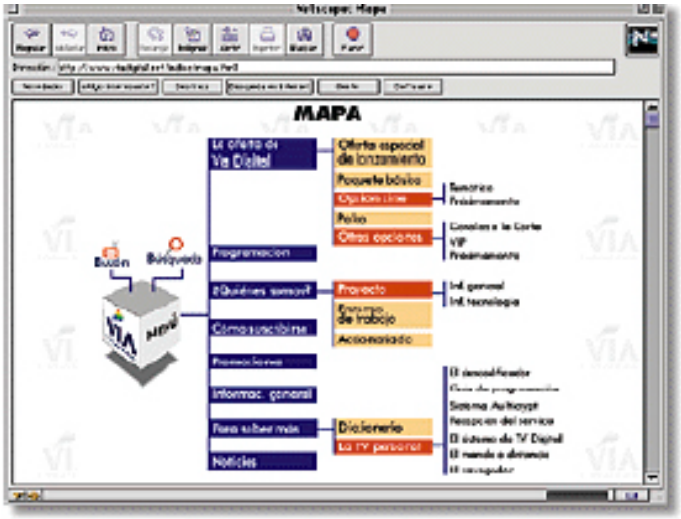


Figura 31 Jerarquizar la información

Es esencial que un diseño considerado ergonómico, nos ayude a comprender la aplicación y facilite la interacción hombre – máquina, ya que: interacción, diseño e información son disciplinas dependientes unas de otras. No se trata de buscar otra forma de decir o de presentar las cosas, sino de darles un sentido fácilmente comprensible por el receptor. Pero, hay algo que complica esta premisa básica, y es el hecho de que los usuarios no son idénticos; poseen distintas expectativas y necesitan una estructura personalizada, que les permita comprender perfectamente todos los mensajes presentados, así como, un vocabulario común y familiar. En este momento es cuando interviene el diseño de la información.

Organizar la información, en este caso, no significa sólo limitarse a ordenarla en categorías, sino hacerla fácilmente identificable diferenciando el contenido que se desarrolla en cada una de ellas, disponiendo temas y grupos de referencia. Una buena experiencia interactiva depende de lo bien que el diseñador realice las transiciones entre los contenidos. De este modo, aseguraremos un mínimo porcentaje de confusión a la hora de tratar de localizarla, mediante una estructura coherente y equilibrada, en definitiva, fácil de explorar, acrecentando el poder expresivo y descriptivo de la imagen. Algo importante a destacar, es el error de dar una "sobrecarga de información", con demasiados elementos de información diferentes dentro de una misma pantalla. Poseemos ciertas limitaciones en nuestra memoria, sobre todo refiriéndonos a la "memoria a corto plazo", que ha sido definida como compuesta por siete localidades.

Por tanto, si presentamos al usuario más de siete mensajes o elementos distintos al mismo tiempo, éste no podrá retenerlos todos en el mismo momento. Lo que determina la "necesidad de clausura" que posee todo ser humano y, que se refiere a nuestro deseo de finalizar las tareas para sentir el alivio posterior de consecución de un objetivo, por lo que es mejor presentar la información en unidades limitadas y operaciones cortas más que en grandes grupos informativos.

Figura 32 Disponer por temas o grupos de referencia

Pero, no sólo se trata de establecer una buena distribución de los puntos de información, sino de hacer la transición entre ellos fácil, rápida y directa. Incluso puede ser interesante crear de antemano pautas que especifiquen no solamente lo que se mira, sino también lo que se ignora.

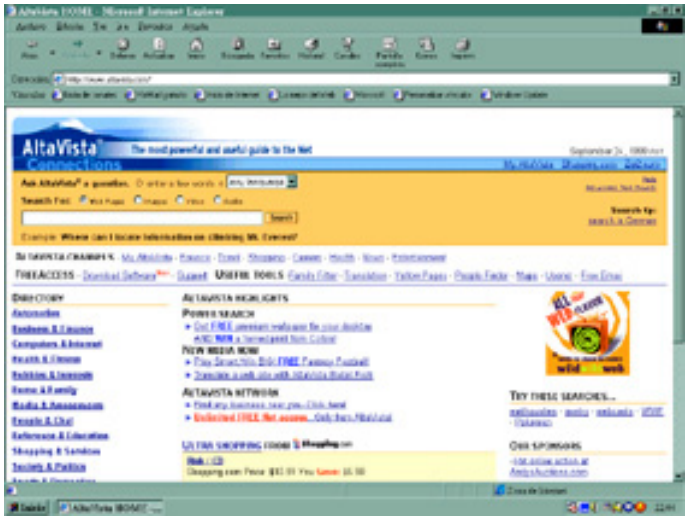


Figura 33 Sobrecarga informativa

Es imprescindible determinar un conjunto de códigos a repetir en todo el trazado y señalar la disposición de los elementos a modo de gramática básica, para que sirvan de referencia inicial, estableciendo la composición de todo el documento.

Logramos una comunicación eficaz, cuando conseguimos introducir en un mismo mensaje la mayor cantidad de información relevante, relativa a la interacción del usuario con el ordenador. Mensajes de éste tipo podríamos considerar a los iconos, a los mensajes de error y a la composición y presentación de la pantalla. Todo lo que aparezca debe estar guiado por intereses expresivos y comunicativos, ya que influirá en el receptor a nivel emotivo y cognitivo, por lo que seleccionar lo que se ajuste más a nuestros intereses para ser representado, será lo más adecuado. Pero, no sólo es importante lo que aparece en el mensaje, sino también, el encuadre que le apliquemos determinará lo que el espectador va a ver, y que será el primer aspecto que se capta.

En realidad estamos hablando en todo momento de un tipo de comunicación "Multimedia", que consiste en un nuevo sistema de comunicación basado en la posibilidad de combinar diversas formas de información, como la integración de palabras, sonidos e imágenes, y la propia voluntad del espectador en el proceso. Esto permite enriquecer la comunicación: deja de ser pasiva. La interfaz de usuario puede considerarse multimedial.

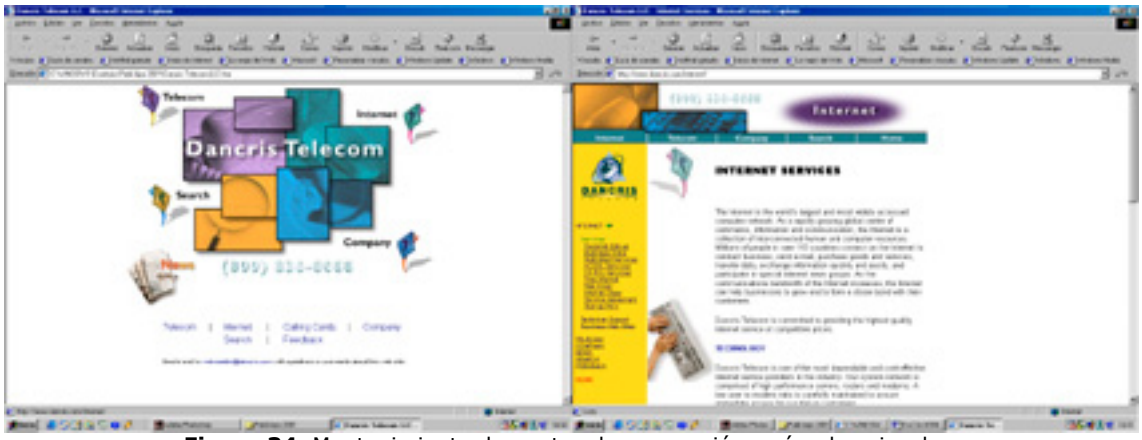


Figura 34 Mantenimiento de pautas de navegación y vínculos visuales, creando una gramática básica

Pero, ha de ser un proyecto cohesionado, debe seguir una secuencia de presentación que disponga de un método estructurado y comprensible, pues cualquier proyecto de esta envergadura habrá de seguir un principio de coherencia entre los recursos empleados, el soporte elegido y el usuario al que va dirigido. Así, es muy importante comenzar planteando anticipadamente la estructura de navegación, que definirá las conexiones entre las diferentes áreas de contenido, ayudando a ordenar la información, los mensajes y el flujo interactivo. Es el siguiente aspecto que pasaremos a estudiar.

Diseñar la Navegación / Interacción

Por "interacción" entendemos la relación comunicativa establecida entre un usuario y la máquina, o sea, un proyecto de comunicación. De hecho las condiciones en las que se proyecta un producto interactivo, así como su contenido, determinan las condiciones de dicha relación y si es o no efectiva. Y decimos "navegación" cuando nos referimos más explícitamente al modo en que circulamos por las aplicaciones, como son los saltos de una página a otra, las actuaciones del cursor o los menús desplegables.

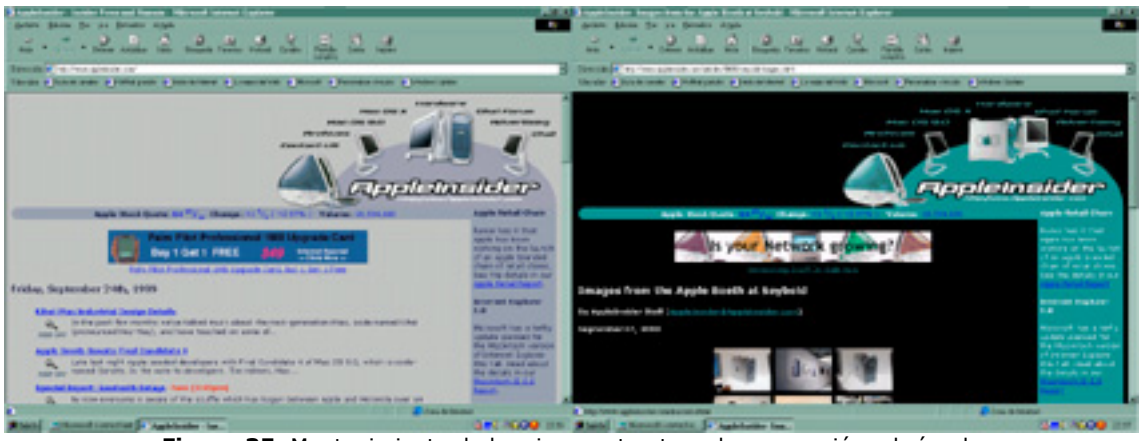


Figura 35 Mantenimiento de la misma estructura de navegación, el vínculo visual orienta al usuario

Cuando el usuario se enfrenta a la pantalla generalmente no sabe con exactitud dónde quiere ir o lo que va a encontrar allí, y guiándolo claramente haremos más efectivo el primer enfrentamiento con la interfaz. Más adelante, cuando el usuario se haga experto podrá decidir por sí mismo el proceso, ya que generalmente es el público y no el diseñador quien lo controla, el diseñador sólo proporciona el marco de actuación.

Pero, el contenido debe seguir una estructura, las categorías temáticas y las rutas de acceso a la información han de ser evidentes. Ir de un tema a otro puede suponer cambiar completamente la apariencia de la pantalla y la consiguiente ansiedad del usuario al encontrarse desorientado, por lo que este salto ha de ser lo más sutil posible y la nueva interfaz debe mantener algún tipo de relación visual con la anterior para no perder la ubicación. Una premisa fundamental es la sencillez, el camino más corto es siempre el más sencillo, el que nos ayudará a conseguir un diseño claro y fácilmente controlable. Es bueno que la interfaz no obligue a realizar operaciones que podría hacer por sí misma, así como opciones innecesarias, pues cuanto más intuitiva pueda ser la experiencia más eficaz será. Se trata de minimizar el esfuerzo del usuario, por ejemplo tratando de colocar los controles de las páginas en lugares fácilmente accesibles y visibles y usar iconos o botones reconocibles. No sólo se trata de definir lo que aparece en cada pantalla, sino también el modo en que se llegará a cada punto, construir un "todo" integrado, pues cada decisión individual determina la funcionalidad global.

Figura 36 Iconos familiares y reconocibles

De éste modo, la interfaz tendrá un aspecto amigable ya que le permite rapidez de actuación, lo que resulta especialmente importante para usuarios experimentados. Pero, dado que muchos de los usuarios que accederán al sistema son inexpertos, es muy aconsejable informar continuamente de los objetivos que puede alcanzar a través de una determinada operación, qué tipo de opciones para esa misma operación le ofrece el sistema, qué errores está cometiendo, la información para poder resolverlos y el tiempo que resta para conseguir el resultado esperado.

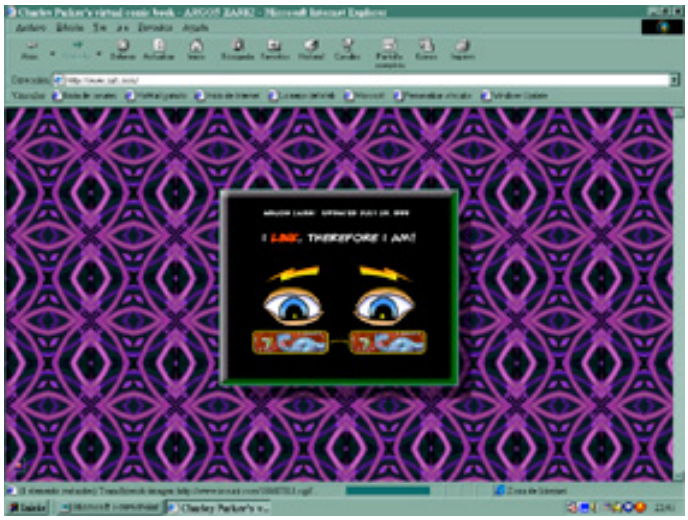


Figura 37 Fondos de mosaico demasiado llamativos dificultan la lectura

Otro factor de influencia fundamental es la calibración correcta de los tiempos de respuesta a las acciones tanto del ordenador como del usuario. El "tiempo psicológico", que es el que hace referencia a la duración sentida, puede determinar la

aceptación de la interfaz. Si el tiempo de respuesta resulta excesivo el usuario puede llegar a pensar que el sistema es pobre o lento, si en cambio, la respuesta es rápida, puede estar dispuesto a ignorar las posibles deficiencias de las aplicaciones. Aunque este tema es un tanto delicado y no podríamos definirlo tan sencillamente, ya que al mismo tiempo una respuesta demasiado veloz puede crear cierto estrés en el usuario, sobre todo si es inexperto y provocarle ansiedad.

Si introducimos fondos ("*background*") hay que evitar aquellos que llamen demasiado la atención o que creen contrastes muy agresivos con la información que introduciremos, salvo para segmentos de pantalla muy concretos. Los tonos más claros e inocuos se utilizarán en documentos con mucho texto para facilitar la lectura o, para páginas fundamentalmente compuestas por iconos. Los fondos con mosaicos o imágenes ocupan mucha memoria por lo que deben reducirse.

Vemos que no basta con presentar una apariencia estética agradable, sino una estructura compleja de información, lo suficientemente atractiva como para que el usuario decida quedarse a navegar por ella.

Recursos gráficos estructurales en el diseño de la interfaz

El uso de la imagen en el diseño de interfaz

Se trata de la búsqueda de imágenes que se adecuen a la transmisión de un contenido determinado. Esta sería la premisa inicial a tener en cuenta para el empleo de la imagen como recurso gráfico comunicacional aplicable al diseño de interfaz.

Durante toda la evolución, el hombre ha creado numerosos códigos de signos gráficos para comunicarse, desde las pinturas rupestres hasta la aparición de los distintos alfabetos, que han dado lugar a los idiomas y a sistemas de comunicación no verbal como la señalética y los pictogramas.

Esta evolución ha llegado hasta los entornos informáticos, y así las interfaces que se basan en iconos, se han hecho estándares. Hoy, un icono es aquello que se utiliza frecuentemente para describir cualquier imagen de una pantalla sobre la que se pueda hacer clic y, conseguir que ésta se vincule a una función determinada del computador.

La aportación más importante de las ayudas gráficas al diseño de interfaz, es que el usuario, puede realizar muchas de las acciones de la aplicación sin memorizar códigos; sólo seleccionando los diferentes objetos que le va mostrando la interfaz, ya que es la propia interfaz, la encargada de ejecutar la función asociada, traduciendo, una vez activados, los deseos del usuario al código apropiado y asociado a la función.

Figura 38 Los iconos ayudan a identificar los contenidos

Los iconos ayudan a identificar los contenidos de una manera más clara y más rápida, con menos probabilidades de confusión. Pero, eso sólo sucederá si el código y el icono usado es el acertado. El problema planteado es el de la adecuación del es-

quema icónico al individuo destinatario ya que, un mensaje que sea totalmente nuevo e inesperado excederá su capacidad de comprensión. Si hacemos acompañar al icono un texto facilitaremos su asociación.

Se trata de que el individuo traduzca el código simbólico de la imagen – icono y recupere la información que éste le brinda. Es fundamental que el mensaje o la función que representa sea inteligible con facilidad, es decir, que tenga evidencia informativa para convertirse en un concepto transparente con el mínimo esfuerzo intelectual del receptor. Estamos hablando evidentemente de ceñirnos a las teorías básicas de la comunicación. Es importante saber que, todos los elementos de la página han de estar bien combinados entre sí, incluidos los iconos.

De hecho, la acumulación de imágenes icónicas en las pantallas de los ordenadores se debe a la mala aplicación de las teorías de comunicación visual y a la escasa estandarización iconográfica que normalice su uso logrando una comunicación universal.

Otro error que se comete con frecuencia es, el de usar iconos desconocidos que dificultan su entendimiento y obligan a una tarea de memorización de sus funciones, provocando cansancio visual y quizá el abandono de la lectura. Por ello, lo más útil es representar siempre la misma función con el mismo recurso gráfico.

Figura 39 Opciones de ayuda

Los mensajes deben lograr como objetivo el aporte de la mayor cantidad de información relevante para las acciones a realizar por el usuario, como son: Los mensajes de error, las ayudas, los listados de contenido, la presentación de los comandos de navegación... Han de facilitar al máximo la legibilidad y comprensión de las pantallas, prestando atención a cuestiones como el estilo, tamaño de las letras y símbolos, uso de colores, luminosidad, la cantidad y densidad de información por pantalla, tipo y movimiento del cursor, así como la continuidad entre pantallas.

Pero, un icono puede ser perfectamente legible y muy poco comprensible si la elección de la correspondencia simbólica está mal hecha.

Según indica LILLO JOVER [LIL00] los estudios de ANSHEL [ANS98] proponen una estrategia para delimitar el tamaño mínimo de una imagen o información en pantalla para que sea correctamente legible, observándola a una distancia tres veces superior a la que debe ser percibida en condiciones normales para comprobar si sigue siendo identificable. En éste caso, ANSHEL afirma, que se reduce la fatiga visual y se mejora la percepción de los iconos.

Un buen icono debe cumplir las premisas de ser reconocible rápidamente, sencillo, sólido y sin barreras culturales que dificulten su aceptación universal.

Podemos concluir que, el "lenguaje no verbal", o sea, las imágenes producen un modo superior de comprensión frente al "lenguaje verbal" facilitando la adquisición de conocimientos y el diálogo con la máquina. De hecho la palabra escrita requiere

una lectura lineal, mientras que la imagen provoca una lectura de "un solo vistazo", por tanto es más eficaz.

La elección del color en la interfaz

Desde el punto de vista del diseño, el color es un factor clave, probablemente el elemento gráfico más rápidamente identificable y diferenciador, y supone una directa y rápida llamada de atención. Es parte integrante de la identidad del objeto al que se asocia, no como un suplemento estético, sino integrándose al mismo, aportándole significación. Por lo que el diseñador debe conocer y tener en cuenta esta aportación significativa, determinada por las sinestesias del color (asociaciones connotativas de los colores que no dependen tanto de la sensación que recogen los sentidos como del significado simbólico que se les atribuye), para mejorar su elección. Es por tanto, el color, factor clave en las imágenes de los elementos que construyen el diseño. Cuando se añade color a un diseño, casi siempre éste se convierte en el principal punto de atención, el que más afecta inmediatamente a nuestra memoria.

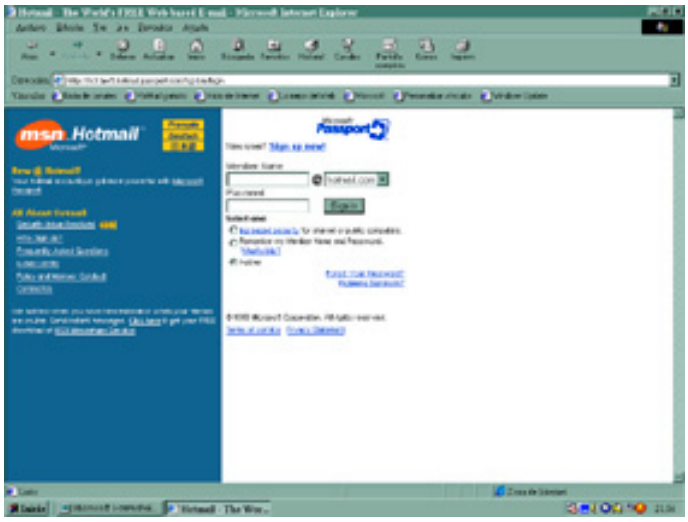


Figura 40 El color ayuda a distribuir la información

La importancia de una correcta comunicación en el campo del diseño de la interfaz gráfica provoca la consideración del color como una ventaja a tener en cuenta, ya que permite ofrecer al usuario la misma información de un modo más persuasivo y amistoso; no olvidemos la gran influencia que tiene el color en la comunicación eficaz y en general en todos los aspectos del diseño gráfico.

Figura 41 El color resalta y jerarquiza informaciones

La utilidad fundamental del color en la interfaz es su capacidad de resaltar las informaciones relevantes en detrimento del resto, para identificarlas rápidamente y, la clasificación visual directa de la información que se presenta. Pero, no se puede emplear cualquier color sin criterios de comunicación; es necesario tener siempre

en cuenta un sistema preciso de distribución. Uno de los errores más habituales es el abuso de colores en una misma pantalla, lo que provoca confusión, pues el usuario acaba preocupándose más por adaptar su visión al continuo cambio que al contenido comunicativo de la interfaz.

Pero el color, además, influye en todos los seres humanos, en cada uno de los momentos en que vemos nos afecta emocionalmente y enriquece la percepción que tenemos del mundo. GOETHE pensó que los efectos del color estaban directamente relacionados con las emociones y nuestras reacciones ante ellos. La sensación del color como elaboración de la mente es subjetiva, pues cada persona puede sentir diferente ante un determinado color. Existen similitudes y coincidencias ante las cuales la mayoría de los hombres sienten de un modo similar, pues el ambiente donde se desenvuelve el sujeto le condiciona fuertemente. Muchas asociaciones sensoriales y emocionales del color son producto del sujeto y otras se deben a la tradición generada y dependiente de la cultura.

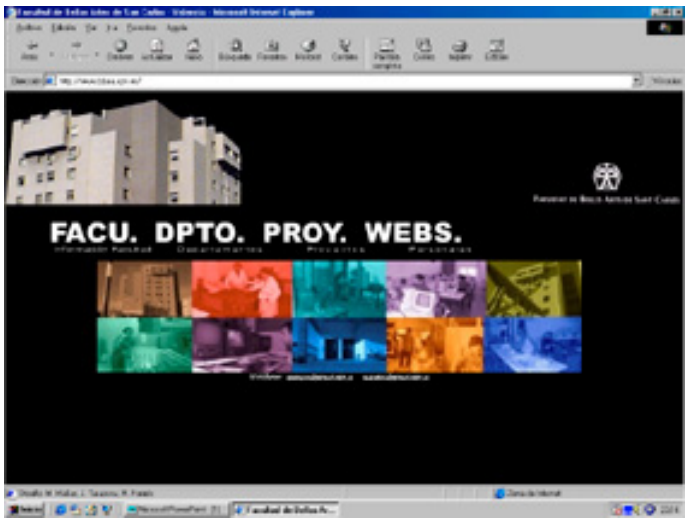


Figura 42 El color contrastado anima y estimula

Los colores intensos son los más provocadores y atractivos, por lo que obtienen respuestas emocionales más agudas, mientras que los menos brillantes, más austeros y más tranquilos provocan respuestas más controladas. Es muy importante tener en cuenta las asociaciones subliminales que hacemos del color, porque pueden verse relacionadas con nuestras respuestas frente a ellos.

El color puede animar, deprimir, estimular y tranquilizar, provocar y enemistar. Aplicándolo descuidadamente puede causar cansancio y tensión, mientras que un uso ponderado consigue enriquecer el ambiente despertando el interés.

La experiencia nos dice que el color puede incluso afectar a nuestra valoración subjetiva de las dimensiones, al peso y forma de un objeto. Los tonos azules, violetas, grises y verdes parecen distanciarse, mientras que los tonos cálidos, rojos, anaranjados y amarillos, avanzan hacia nosotros. Los objetos azules o verdes, parecen más grandes que los que poseen tonos cálidos como el rojo o el anaranjado. Y los colores cálidos parecen más voluminosos, como con efecto de relieve.

Así vemos, que la función del color no es sólo estética. El color también puede utilizarse para disimular defectos, o para resaltar una forma. Debe escogerse con mucho cuidado, debido a que su poder de sugerencia tiene un profundo papel en la comunicación correcta del mensaje y, si se aplica mal, puede deteriorar la intención original.

Recomendaciones de uso del color

Una pantalla construida con los colores adecuados produce un efecto de armonía, siendo menos susceptible de crear un efecto negativo en la percepción visual del usuario, provocando desviaciones de atención. La construcción cromática más apropiada en este sentido será, por tanto, aquella en que los colores que aparecen en la pantalla se interrelacionen entre sí, en armonía, contemplando orientaciones

ergonómicas que impidan el agotamiento visual del usuario. Cualquier decisión que se tome respecto al uso del color tomada en la interfaz incrementa o disminuye los aspectos ergonómicos de ésta. Por ejemplo: usar etiquetas para los objetos de la interfaz de un tono muy parecido al del fondo no permite una delimitación nítida de los contornos, y por tanto, se produce confusión. Hay que mantener una coherencia en toda la aplicación, dando una sensación de "bloque" informativo homogéneo, para poder trabajar con la interfaz cómodamente.

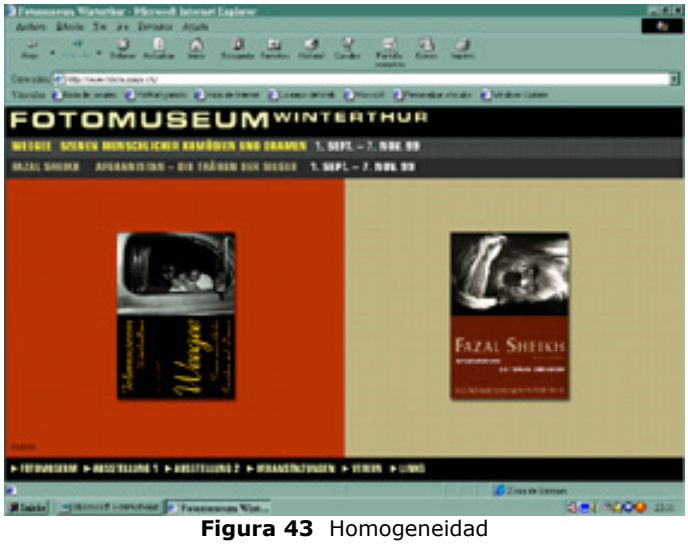


Figura 43 Homogeneidad

En general, el uso de una misma gama cromática consigue un buen efecto de homogeneidad, pero puede también, provocar cansancio y parecer poco destacada y comunicativa. Según AGUIAR [AGU96], en general, los colores claros quedan bien integrados si se unen con colores oscuros ya que hay un buen contraste, pero en determinados casos, se pueden combinar con tonos también claros, excepto, si son demasiado parecidos, como ocurre con el azul y el verde. La utilización de fondos oscuros, según LILLO JOVER [LIL00] disminuye la percepción de parpadeo en la pantalla y ayuda a resaltar la información cromática que aparece en ella, aunque también, incrementa el riesgo de reflejo procedente de fuente lumínicas externas al ordenador.

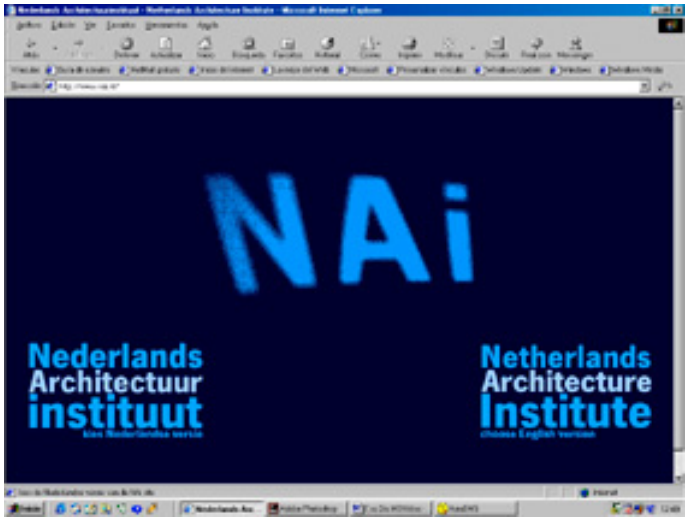


Figura 44 Fondos oscuros

El área ocupada por un color también entraña un mensaje. Así las áreas de color oscuro producen un efecto de pesadez y seriedad, las de color claro de alegría y sencillez; las grandes zonas de color poco destacable, sean oscuras o claros, resultan aburridas, mientras que las adecuadamente contrastadas aportan una apariencia vívida y significativa.

Cuando se combinen colores oscuros (ej. rojo y azul) en una misma pantalla habrá que tener cuidado para que no produzcan mal efecto, obligando al usuario a realizar un sobre esfuerzo de acomodación visual que le produzca fatiga.

Un aspecto interesante a éste respecto, es la utilización de escalas de grises, (refiriéndonos también a la utilización de una misma gama cromática), pues resulta más práctico usar diferentes tonos de gris, que mezclar otros colores. Ello es debido a que el ojo humano percibe con más dificultad los detalles pequeños si se usan colores, y permite discriminar los objetos de un modo fácil y agradable a la vista. No podemos olvidar que cuando el color se relaciona con otros se producen sensaciones por yuxtaposición que pueden llegar a modificar la percepción que tenemos de ellos y de características ya mencionadas en apartados anteriores.

Figura 45 Contraste erróneo, rojo–azul, gran esfuerzo de acomodación visual

En definitiva, podemos afirmar que una combinación acertada de color mejorará considerablemente el resultado final enriqueciéndolo.

La elección y estructuración del texto

Un proyecto interactivo está fundamentalmente compuesto por un cuerpo de información, a través del que se desarrolla la navegación, que en la mayor parte de las casos está compuesto por "texto".

Cuando hablamos de "texto" refiriéndonos a la interfaz nos referimos tanto a las palabras como a cualquier símbolo o forma gráfica que sea capaz de comunicar desde la pantalla. Como los menús, los botones o las etiquetas y titulares; los cuales podrán funcionar como información, vinculados a una determinada acción o como enlaces con el resto del documento. Así la estructura de contenido es de base textual, en la que el texto posee un contenido simbólico, en el que las palabras aparecen como vínculos, "indexadas", como nodos de interacción con el resto del bloque informático, lo denominamos "Hipertexto". Pero si a este bloque textual se le añaden además otros recursos, como imágenes o sonido, diremos que estamos ante una estructura "Hipermedia".

Figura 46 Texto indexado, vinculado con otra información

Vemos, de este modo, que el texto no es un elemento superfluo en la estructura de la interfaz, por lo que deberemos estudiar escrupulosamente su modo de utilización y presentación, pues determina la correcta legibilidad de la información en la pantalla y tiene una intervención directa en la visión del usuario.

Cuando hablamos de legibilidad nos referimos fundamentalmente a la capacidad de la información de ser leída, lo que depende directamente de su presentación; en general, los errores de lectura dependen de ésta.

En la legibilidad intervienen fundamentalmente: el tipo, el color y el tamaño de los caracteres y números. Una comprobación de que los valores y características del texto que aparece en pantalla son correcto pasa porque éste cumpla una serie de requisitos básicos que pasamos a determinar:

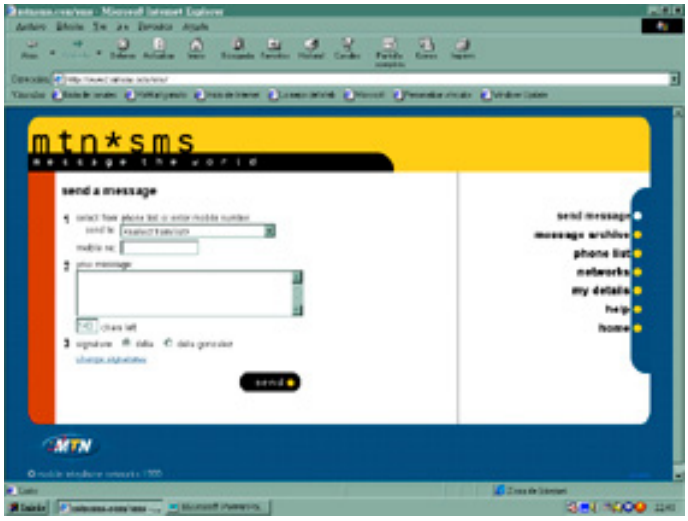


Figura 47 Utilización de diferentes tipos de texto

El texto debe ser escueto y claro, evitando las redundancias y ambigüedades. Respecto al tamaño y el tipo, la letra de 12 puntos es el valor más pequeño en que resultan legibles cómodamente muchas fuentes. Es aconsejable un tipo de letra sencillo en el que se de una relación óptima entre el grueso de los trazos y la altura de los mismos. MERCADO SEGOVIANO [MER88] recoge de MC CORMIK las recomendaciones de utilización para la letra Futura Medium, y propone:

> *Que la relación entre altura y anchura de las letras sea: 3 (alto) x 2 (ancho), aproximadamente, así:*

	Altura x Anchura
En letras negras sobre fondo blanco	1 x 6
En letras blancas sobre fondo negro	1 x 8
Con letras luminosas	1 x 6
En letras iluminadas sobre negro	1 x 3
El espacio mínimo entre caracteres	la anchura de un trazo
El espacio mínimo entre palabras	la anchura de un carácter

Tabla 1 Relación entre altura y anchura de caracteres

En general todas las fuentes funcionan en los tamaños más grandes, pero en los tamaños más pequeños deberían tener serifs y trazos de un grosor igual o similar para facilitar su lectura. El uso de las letras de caja alta (mayúsculas) permite que se localicen con mayor rapidez que las de caja baja (minúsculas), pero, son de peor lectura al percibirse como una mancha visual.

El interletraje (espacio entre caracteres) muy ajustado, funciona con los tipos de letra más grandes, pero es más difícil de controlar, mientras que uno amplio, dificulta la asociación de las letras entre sí y con ello, la lectura. Un interletraje proporcionado al tamaño de la letra es lo más adecuado, podemos usar el que la fuente nos da por defecto.

El interlineado (espacio entre líneas de caracteres) debería ser dos o tres puntos más alto que el tamaño de la fuente, para que sea cómodo de leer en pantalla, si es muy ajustado, puede provocar que se corte la parte inferior de las letras.

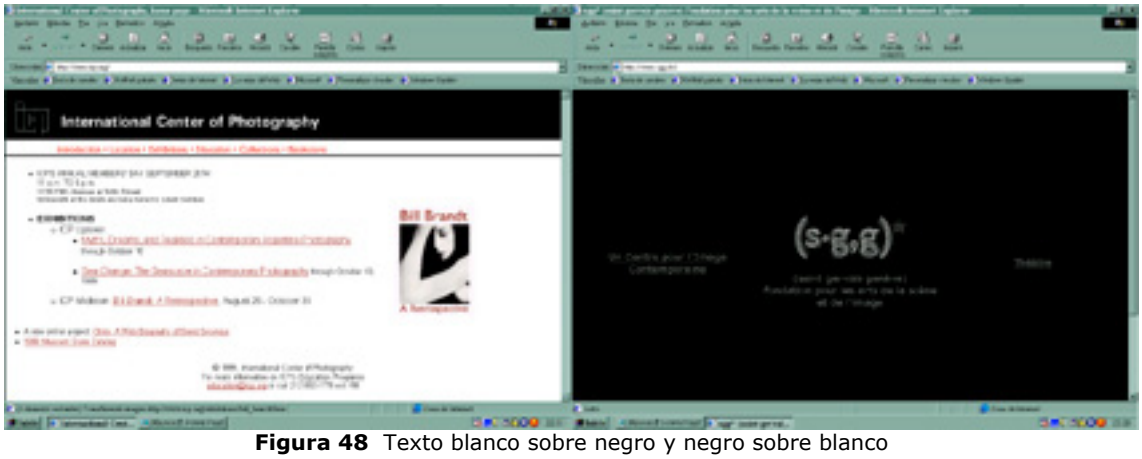


Figura 48 Texto blanco sobre negro y negro sobre blanco

No podemos olvidar que en la pantalla del ordenador no existen columnas ni tabulaciones especiales, por lo que su presentación, resulta bastante limitada. Es mejor, agrupar los diferentes contenidos escritos relacionados, o del mismo tema, en párrafos.

El texto enlazado o indexado de los documentos interactivos debe aparecer en un color que lo resalte e indique y asociado a una función (el azul, el violeta o el verde). Generalmente se usa el color azul para enlaces que aún no han sido usados, el verde para enlaces en ejecución y el violeta o sepia para enlaces ya visitados con anterioridad.

Figura 49 Contrastar y variar el color del texto ayuda a discriminar informaciones

Color y contraste son dos factores muy importantes. La gama de color escogida para la letra y el fondo van a determinar un factor de integración entre ambos. Un contraste acentuado puede constituir una fuerte llamada de atención, pero si es demasiado agresivo, puede disminuir la legibilidad, sobre todo, si se trata de colores complementarios aplicados a un gran cuerpo de texto, ya que se producirá vibración y será imposible la lectura. Será preferible un contraste moderado, en que se logre destacar a la letra del fondo. En general, la impresión negra sobre fondo blanco es más legible que la blanca sobre negra, a no ser en condiciones de baja iluminación.

Es importante controlar la cantidad de texto que aparece en la pantalla, ya que ésta tiene una resolución mucho más pobre que una página impresa; la pantalla llena de texto es mucho más difícil de leer.

El aspecto que no podemos ignorar a la hora de componer con texto, y que supone un error estético, es que a los usuarios no les gusta hacer *scroll*, o sea, buscar la información que se encuentra debajo del tope de la página y, que sólo es leída por los muy interesados en el tema. Por ello, las buenas páginas serán aquellas en las que todo lo importante aparece en una sola pantalla.

> *"A los usuarios no les gusta leer, de hecho leer desde una pantalla de ordenador reduce la velocidad habitual de lectura respecto a la del papel en un 25 por ciento. Esto significa que hay que escribir no un 25 por ciento menos, sino un 50 por ciento menos para que se lea en una pantalla un texto con éxito... los usuarios suelen hacer un rápido barrido de ojos saltándose mensajes aburridos o introductorios y buscando los términos resaltados e importantes"*.

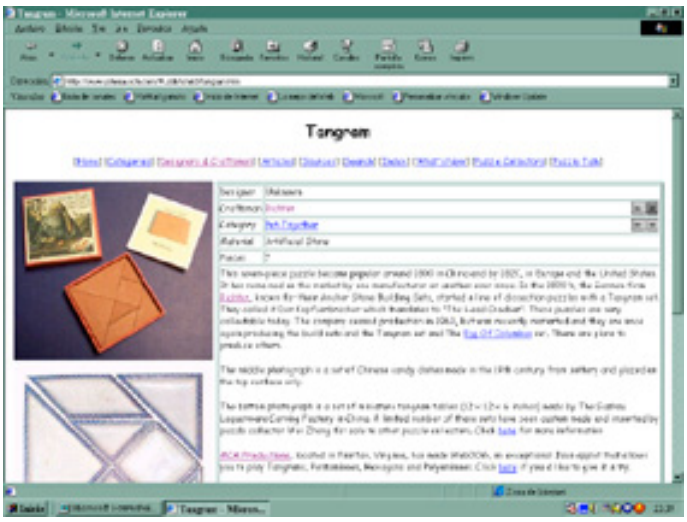


Figura 50 Scroll

Recomendaciones

Se considera importante para una correcta interacción entre el usuario y las diferentes aplicaciones:

1) *Facilitar la visibilidad* y limitar el cansancio visual diseñando desde parámetros ergonómicos que faciliten y permitan centrarse en el contenido y no en el formato.

2) *Utilizar diálogos simples y naturales* para facilitar que la interfaz sea lo más simple posible, con un lenguaje lo más cercano a los usuarios. La información verbal debe estar expresada en palabras y frases claras, utilizando conceptos familiares.

3) *Reducir la memorización* de modo que las instrucciones de uso del sistema sean visibles y fácilmente recuperables cuando sea necesario, evitando que los usuarios tengan que hacer esfuerzos de memoria para recordar la información que hubiera desaparecido al saltar a otra página. La página no debe exceder en dimensiones a las de la propia pantalla del monitor, para evitar tener que hacer desplazamientos (lo que denominábamos scroll).

4) *Reducir la complejidad de las acciones* de manera que los usuarios no tengan que enfrentarse a situaciones o acciones diferentes para una misma función, así será más sencilla su tarea. Los productos interactivos, deben responder a las actuaciones de los usuarios de un modo predecible. Se debe mantener al usuario informado sobre lo que sucede en la aplicación en cada momento del proceso, para evitar que se sienta perdido, por lo que es muy recomendable utilizar un sistema de retroalimentación, ("*feedback*").

5) *Marcar las opciones de navegación con claridad* para que los usuarios no tengan que hacer un largo recorrido por diferentes pantallas y volver al punto de inicio a recuperar una información. Para ello, es muy útil proporcionar atajos, a modo de funciones rápidas (ejemplo, un botón de salida). Los enlaces o vínculos de interacción que aparezcan en una misma página no deben exceder de entre 5 y 10, dependiendo de las dimensiones de la misma. Para limitar la sensación de desorientación del usuario en la navegación, es aconsejable mantener sistemas de localización y salto idénticos en todas las páginas de la estructura, a fin de que el usuario sepa en todo momento donde se encuentra.

6) La aplicación interactiva debe permitir que el usuario *controle la velocidad* con que interactúa con la información, sin sentir el desplazamiento y sin tener que sufrir esperas excesivas o velocidades extremas que le provoquen ansiedad.

7) *Incluir mensajes de error* en un lenguaje lo más natural posible (sin utilización de códigos) haciendo referencia explícita al problema y sugiriendo, de forma constructiva, una solución, aunque, un adecuado diseño de interacción debería anticiparse a los posibles errores de los usuarios.

8) *Mostrar opciones de ayuda* de modo que aparezca cierta información fácilmente localizable y enfocada a ofrecer a los usuarios listas de actuaciones posibles para realizar una función o una localización.

9) *Agrupar los datos lógicamente* de un modo coherente y a lo largo de las diferentes pantallas. La información debe organizarse jerárquicamente en diferentes niveles que vayan de los más general a lo más particular. Un diseño interactivo debe ser primordialmente sencillo e ir evolucionando hacia resultados más complejos, para evitar la disminución de la atención del usuario desde las primeras intervenciones. Es importante mostrar sólo la información necesaria en un momento determinado y excluir la innecesaria sirviendo de guía al usuario. Aunque, a veces, se hace necesario repetir las informaciones e incluso presentar más información de la necesaria.

Figura 51 Agrupación de datos lógicamente

10) *Flexibilizar la presentación* de la interfaz, para que los elementos que aparecen en pantalla puedan modificarse y personalizarse a fin de satisfacer las preferencias de mayor parte de los usuarios.

11) Diseñar siguiendo una *«imagen global»,* esto es, que la estructura gráfica y de navegación sea común a todas las páginas, que esté ordenada de la misma manera y posea elementos comunes a fin de lograr una imagen unitaria, de modo que todo el documento interactivo sea estable, y en el que cada elemento que componga la interfaz tenga una apariencia consistente y uniforme en la pantalla.

Figura 52 Imagen global ([WIL98], Pág. 112)

La evaluación de la interfaz

La gran importancia que tiene la interfaz en la comunicación con el usuario hace que, de ella, dependa el éxito final del producto. De hecho, "ella" es la balanza con la que se mide la calidad del sistema interactivo, y si éste sistema resultase erróneo estaría expuesto al rechazo.

Por tanto, resulta aconsejable la realización de una maqueta previa de los procesos de interacción, a fin de poder verificar de antemano los tipos de comunicaciones que se van a establecer, de modo que se obtenga una interfaz coherente y eficaz, evitando elementos imprevistos. De esta manera, será mucho más sencillo el poder dominar el tipo de diálogo de la aplicación final, con el fin de obtener una interacción simplificada y consistente para ofrecer al usuario un buen acceso a todas las funcionalidades del sistema.

Pero, del mismo modo que es aconsejable partir de una maqueta previa, lo es también, realizar una evaluación del funcionamiento de la interfaz antes de cerrar el diseño, a fin de determinar su grado de "usabilidad" o de aprovechamiento correcto de los usuarios. Una cuestión importante a considerar es la comprobación de la eficacia de la interfaz. Los usuarios lo harán desde el primer momento en que la usen y cada problema encontrado en su comunicación con el ordenador disminuirá la sensación de calidad. Es importante evitar tener que hacer mejoras posteriores, pues a la larga, encarecerán más el producto que si se hubiesen hecho previamente.

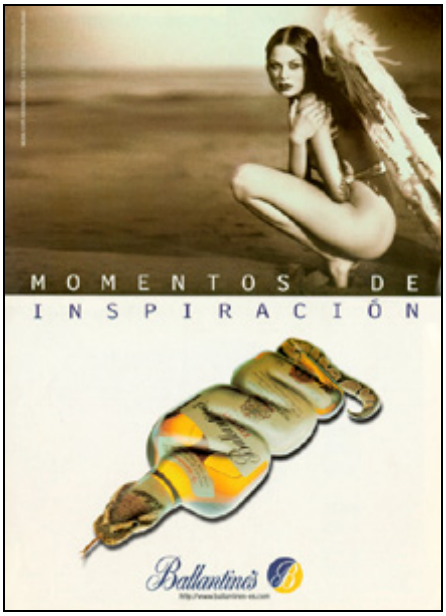
No se puede olvidar que la prueba decisiva de la efectividad del diseño de una interfaz de usuario se produce cuando se explota la aplicación. Es por ello, que resulta interesante contrastarla con alguna de las "estandarizadas" que ya existen, sometiéndola a una evaluación previa por medio de "sujetos" elegidos y de un nivel similar al de los potenciales usuarios. También, a través, de experimentos bajo condiciones controladas observando directamente la interacción de éstos con el prototipo de lo que será la aplicación final, o mediante entrevistas con los futuros usuarios. Así, seremos capaces de determinar el tipo de diálogo que exige la aplicación prevista y las demandas básicas del usuario al respecto.

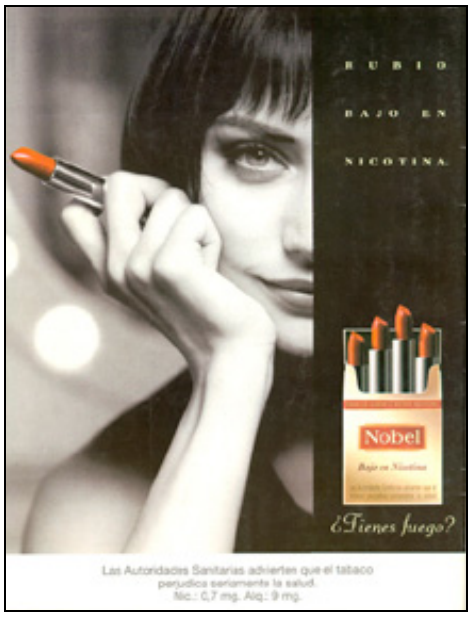
Conclusiones

Como conclusiones podemos decir que el diseño gráfico de la interfaz de usuario desde criterios ergonómicos y gráficos facilita y mejora la interacción hombre – máquina optimizando su uso y cuidando de la calidad de los contenidos y del lenguaje visual; logrando una comunicación más universal y humanizada. Como hemos venido afirmando en todo el texto una buena interfaz de usuario no es una acumulación de elementos, sino, una adecuada elección e integración de los mismos siguiendo una estrategia de carácter global, que integre la información desde un escenario de comunicación adecuado y eficaz a los diferentes tipos de usuarios y aplicaciones, aportando un valor duradero y útil.

Actividades de recapitulación

1) En una imagen actúan varios principios perceptuales al mismo tiempo, pero hay uno que suele predominar. Analice en cada una de estas imágenes, qué principios rigen fundamentalmente.





2) Toda imagen se puede descomponer esquemáticamente para extraer los elementos fundamentales que la conforman (puntos, líneas o formas...). Busque imágenes cuyas líneas verticales, horizontales, oblicuas o curvas tengan funciones diversas.
3) Analice la composición de una imagen. Busque sus centros de interés, la línea de recorrido visual y compruebe si responde a los principios de claridad, contraste, armonía, equilibrio, ritmo....
4) Analice en diferentes imágenes de cuadros, fotografías... los claroscuros y la luz tonal. Compruebe la influencia de la luz en la creación de imágenes.
5) Busque anuncios publicitarios o pantallas en Internet. Haga una selección en cuanto a sus tintes de color y contrástelos por parejas apreciando sus sensaciones y significación: ácido–dulce, frío–caliente, pesado–ligero y aprecie el efecto de camuflaje.
6) Compruebe la diferencia entre luminosidad y saturación en la pantalla de su ordenador.

Referencias

[ADA94] ADARRAGA P. y ZACCAGNINI J. L. «Psicología e inteligencia artificial», en *Estructuras y procesos*, Serie cognitiva. Ed. Trotta, Madrid, 1994

[AGU96] AGUIAR M. M. y AGUIAR K. «Normas básicas en el diseño de una interfaz gráfica de usuario», en *Novática*, Núm. 121, Pág. 55–59, 1996

[ANS98] ANSHEL J. R. *Visual Ergonomics in the Workplace.* Taylor & Francis, Londres, 1998

[APA92] APARICI R. y GARCÍA MATILLA A. *La Imagen.* Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, 1992

[AUM90] AUMONT J. *L'Image*. Facultad de Cinematografía, Universidad de Nathan, París, 1990

[BET95] BETTETINI G. y COLOMBO F. *Las nuevas tecnologías de la comunicación.* Ed. Paidos, Barcelona, 1995

[BÜR94] BÜRKEK B. E. Diseño. *Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1994

[CHI00] CHISMAR J. *3D Studio Max.* Prentice Hall, Madrid, 2000

[CRE95] CRESPI I. y FERRARIO J. «Léxico técnico de las artes plásticas» en *8° Rústica,* Pág. 113, Eudeba, Buenos Aires, 1995

[ECO85] ECO U. *Tratado de semiótica general*. Ed. Lumen, Barcelona, 1985

[GAU86] GAUTHIER G. *Veinte lecciones sobre la imagen y el sentido.* Ed. Cátedra, Madrid, 1986

[LIL00] LILLO JOVER J. L. «Ergonomía evaluación y diseño del entorno visual», en *El libro universitario*. Ed. Alianza, Manuales, Psicología y Educación, Madrid, 2000

[MER88] MERCADO SEGOVIANO J. L. «Elementos de ergonomía y diseño ambiental», en *Cursos profesionales de técnicos superiores en diseño de interiores*, Escuela de Artes Decorativas de Madrid, Madrid, 1988

[MIL80] MILLER G. A. *Psicología de la comunicación.* Ed. Paidos, Barcelona, 1980

[MOK98] MOK C. *El diseño en el mundo de la empresa.* Madrid, Anaya Multimedia, 1998

[MOL90] MOLES A. A. y JANISZEWSKI L. «Grafismo funcional», en *Enciclopedia del diseño.* CEAC, Barcelona, 1990

[SAN94] SANABRIA MARTÍN F. «Información audiovisual: teoría y técnica de la información radiofónica y televisiva», en *Colección Bosch Comunicación*, Núm. 11. Ed. Bosch, Barcelona, 1994

[TAM97] TAMBINI M. «El diseño del siglo XX», en *Enciclopedia del diseño*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1997

[VIL96] VILLAFAÑE J. y MÍNGUEZ N. *Principios de teoría general de la imagen.* Ed. Pirámide, Madrid, 1996

[VVA92] VV. AA. *Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico*. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia, 1992

[WIL98] WILDBUR P. y BURKE M. *Infográfica. Soluciones innovadoras en el diseño contemporáneo.* Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1998

[ZUN92] ZUNZUNEGUI S. *Pensar la imagen.* Ed. Cátedra, Madrid 1992

Bibliografía

ADARRAGA P. y ZACCAGNINI J. L. «Psicología e inteligencia artificial», en *Estructuras y procesos*, Serie cognitiva. Ed. Trotta, Madrid, 1994

AGUIAR M. M. y AGUIAR K. «Normas básicas en el diseño de una interfaz gráfica de usuario», en *Novática*, Núm. 121, Pág. 55–59, 1996

AICHER O. y KRAMPEN M. *Sistemas de signos en la comunicación visual.* Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1991

APARICI R. y GARCÍA MATILLA A. *La Imagen.* Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Madrid, 1992

ARNHEIM R. *El pensamiento visual.* Ed. Paidos, Barcelona, 1986

AUMONT J. «La imagen», en *Paidos comunicación*. Ed. Paidos, Barcelona, 1992

BARFIELD L. *The user interface: concepts and design.* Addison–Wesley, Reading, MA, 1993

BARTHES R. «La aventura semiológica», en *Paidos comunicación*, Núm. 40. Ed. Paidos, Barcelona, 1990

BETTETINI G. y COLOMBO F. *Las nuevas tecnologías de la comunicación.* Ed. Paidos, Barcelona, 1995

BÜRKEK B. E. Diseño. *Historia, teoría y práctica del diseño industrial*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1994

CARD S. K., MORAN T. P. y NEWELL A. *The psychology of human computer interaction.* Lawrence Erlbaum Associates, Hillsdale, NJ, 1983

CHISMAR J. *3D Studio Max.* Prentice Hall, Madrid, 2000

COX K. y WALKER D. *User interface design.* Prentice–Hall, Nueva York, NY, 1993

DIX A., FINLAY J., ABOWD G. y BEALE R. *Human–computer interaction.* Prentice–Hall International, Londres, 1998

ECO U. «La estructura ausente: introducción a la semiótica», en *Palabra en el tiempo*, Núm. 76. Lumen, Barcelona, 1981

ECO U. «Tratado de semiótica general» en *Palabra en el tiempo*, Núm. 122. Lumen, Barcelona, 1988

GAUTHIER G. *Veinte lecciones sobre la imagen y el sentido.* Ed. Cátedra, Madrid, 1986

GONZÁLEZ MIRANDA E. y ROYO J. «Diseño de Interfaz», en *Revista Factores Humanos*, Núm. 18, Diciembre 1998

INNERARITY GRAU D. «Dialéctica de la modernidad*»,* en *Naturaleza e historia*, Núm. 56. Rialp, Madrid, 1990

LILLO JOVER J. L. «Ergonomía evaluación y diseño del entorno visual*»,* en *El libro universitario*. Ed. Alianza, Manuales, Psicología y Educación, Madrid, 2000

MALDONADO T. «Crítica de la razón informática» en *Paidos multimedia*, Núm. 9. Ed. Paidos, Barcelona, 1998

MERCADO SEGOVIANO J. L. «Elementos de ergonomía y diseño ambiental*»,* en *Cursos profesionales de técnicos superiores en diseño de interiores.* Escuela de Artes Decorativas de Madrid, Madrid, 1988

MILLER G. A. *Psicología de la comunicación.* Ed. Paidos, Barcelona, 1980

MOK C. *El diseño en el mundo de la empresa.* Madrid, Anaya Multimedia, 1998

MOLES A. A. y JANISZEWSKI L. «Grafismo funcional*»,* en *Enciclopedia del diseño.* CEAC, Barcelona, 1990

MORRIS CH. *Fundamentos de la teoría de los signos.* Ed. Paidos, Barcelona, 1985

MORRIS CH. *Signos, lenguaje y conducta.* Losada, Buenos Aires, 1962

NEGROPONTE N. *El mundo digital.* Ed. B, Grupo Zeta, Barcelona, 1995

NORMAN D. A. *The psychology of everyday things*. Basic Books, Nueva York, NY, 1988

SANABRIA MARTÍN F. «Información audiovisual: teoría y técnica de la información radiofónica y televisiva*»,* en *Colección Bosch Comunicación*, Núm. 11. Ed. Bosch, Barcelona, 1994

SHNEIDERMAN B. «Software psychology: human factors in computer and information systems», en *Winthrop computer systems series.* Winthrop, Cambridge, MA, 1980

SHNEIDERMAN B. *Designing the user interface: strategies for effective human–computer interaction.* Addison–Wesley, Reading, MA, 1992

TAMBINI M. «El diseño del siglo XX», en *Enciclopedia del diseño*. Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1997

VILLAFAÑE J. y MÍNGUEZ N. *Principios de teoría general de la imagen.* Ed. Pirámide, Madrid, 1996

VV. AA. *Guía de recomendaciones para el diseño de mobiliario ergonómico*. Instituto de Biomecánica de Valencia (IBV), Valencia, 1992

WILDBUR P. y BURKE M. *Infográfica: soluciones innovadoras en el diseño contemporáneo.* Ed. Gustavo Gili, Barcelona, 1998

ZUNZUNEGUI S. *Pensar la imagen.* Ed. Cátedra, Madrid, 1992

Trabajo cooperativo con ordenador

Manuel Ortega
José Bravo
Universidad de Castilla-La Mancha

1 Trabajo cooperativo con ordenador

Última modificación: 21/12/2001

Objetivos 3
Introducción 4
1 Definición 4
2 Taxonomía de las aplicaciones *groupware* 5
3 Tipos de aplicaciones groupware 6
4 Interacción cara a cara: mismo lugar - mismo tiempo 9
5 Interacción asincrónica: mismo lugar - diferente tiempo 10
6 Interacción sincrónica distribuida: diferente lugar - mismo tiempo 10
7 Interacción asincrónica distribuida: diferente lugar - diferente tiempo 13
8 Metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW 15
9 Un ejemplo de aplicación de CSCW y groupware en educación 16
Conclusiones 18
Referencias 18
Bibliografía 19

Objetivos

- Entender el impacto del trabajo en grupo por computadora
- Destacar las características generales de los sistemas CSCW

- Conocer los diferentes tipos de trabajo en grupo por computadora
- Aprender cómo diseñar interfaces de trabajo en grupo
- Conocer ejemplos de aplicación

Introducción

Groupware y *Computer-Supported Cooperative Work* (en adelante la denominaremos por su acrónimo: CSCW) son términos referidos al trabajo entre grupos de personas que colaboran entre sí mediante redes de computadores. Se trata de uno de los campos que más se han desarrollado entre los que integran los sistemas de interacción persona-computador. En el capítulo se van a presentar los distintos sistemas groupware de acuerdo a una taxonomía espacio-temporal común en este campo. Así mismo, se presentarán las líneas básicas de una metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW.

Aunque los computadores desde hace décadas están preparados para compartir información, manejar correo electrónico o conectarse de forma remota a servidores, lo cierto es que la revolución que supuso la llegada de los computadores personales ha producido que muchos sistemas computacionales se usen en muchos casos de forma individual.

Pero la forma en que las personas realizamos todos y cada uno de los proyectos de nuestra vida es el trabajo en común. Es pues lógico que la resolución de un problema complejo se tienda a abordar de forma cooperativa y que las empresas que disponen de redes de computadores interconectados sean cada vez más proclives a utilizar los sistemas de trabajo en grupo que vamos a comentar de forma sucinta en este capítulo. A modo de ejemplo pensemos en la cooperación que surge en los ambientes académicos en todas sus posibles relaciones: alumno-profesor, alumno-alumno o profesor-profesor. En este caso, como en otros, la colaboración entre los distintos estamentos mediante redes de computadoras puede redundar en un mejor aprovechamiento de los recursos y del trabajo desarrollado.

El capítulo consta, además de esta introducción, de un apartado en el que se presenta la taxonomía espacio-temporal de clasificación de sistemas CSCW, una introducción a los tipos de aplicaciones groupware, y los capítulos dedicados a la interacción cara a cara y la interacción asincrónica, ambos realizados en el mismo lugar y a las aplicaciones distribuidas sincrónicas y asincrónicas. Para terminar se presenta una metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW.

1 Definición

Para comenzar debemos hacer una definición de *Groupware* y de *Computer-Supported Cooperative Work*.

El término CSCW lo introducen GRIEF y CASHMAN como "una vía para describir cómo la tecnología de los computadores puede ayudar a los usuarios a trabajar juntos en grupos" [CRO94]. CSCW es la disciplina científica que describe cómo desarrollar aplicaciones groupware, teniendo también por objeto el estudio teórico y práctico de cómo las personas trabajan en cooperación y cómo afecta el groupware al comportamiento del grupo. Su objetivo es observar la forma en que las personas interaccionan y colaboran entre ellas y se propone, a partir de estas observaciones, presentar líneas de actuación para el desarrollo tecnológico que sirvan para asistir al proceso de comunicación.

Groupware (que abreviaremos como GW) es el hardware y el software que soportan y aumentan el trabajo en grupo. Groupware no sirve para eliminar otros tipos

de comunicación sino para añadir una nueva componente en el proceso de colaboración. Por tanto, el groupware es un conjunto de productos orientados al trabajo en grupo, es decir, que ayudan a los grupos de personas a trabajar juntos. Otras definiciones de groupware son las siguientes:

- "Proceso de trabajo en grupo que tiende a un objetivo preciso y aplicaciones concebidas para facilitar este trabajo en grupo", PETER y TRUDY JHONSON-LENZ, 1978.
- "Sistema de herramientas lógicas para facilitar la cooperación de las personas en el trabajo", DOUGLAS C. ENGELBART, 1988.
- "Cooperación asistida por computador que aumenta el rendimiento de los procesos de comunicación interpersonales", DAVID COLEMAN, 1992.
- "Software que ayuda a los grupos de personas a comunicarse electrónicamente", [GOL94].

Suele expresarse que el groupware sirve para aumentar la eficacia en tres niveles: Comunicación, Coordinación y Cooperación. Sin estos niveles cualquier grupo de personas no puede prosperar en su trabajo. De hecho, otra definición de groupware expresa que éste es un conjunto de métodos, medios y herramientas que permiten a un grupo mejorar en estos tres apartados [SAA97].

La comunicación es el proceso de intercambio de mensajes en las organizaciones. Se intenta que sea eficaz, es decir, que quien envía y quien recibe la información perciban el mismo concepto; y eficiente en cuanto a gasto de un mínimo de recursos.

La coordinación es un conjunto de mecanismos del grupo u organización utilizados para establecer un enlace coherente entre las actividades de cada subunidad. Las organizaciones emplean cinco mecanismos [SAA97]: el ajuste mutuo, la supervisión directa, y las estandarizaciones de los procedimientos de trabajo, de los resultados y de los métodos.

La cooperación, por último, es la participación intencionada y coordinada de los miembros de un grupo.

Aspectos claves del CSCW son el concepto de grupo, la interfaz multisuario, el control de concurrencia, la coordinación y comunicación dentro del grupo, los espacios de información compartida y el soporte de un entorno abierto heterogéneo que integre aplicaciones preexistentes basadas en un solo usuario.

Los sistemas de CSCW normalmente se clasifican de acuerdo a una matriz de localización/tiempo utilizando la distinción entre trabajo realizado al mismo tiempo (sincrónico) o en tiempos diferentes (asincrónico), y en la misma localización (cara a cara) o en diferentes localizaciones (distribuida).

2 Taxonomía de las aplicaciones *groupware*

La taxonomía más utilizada se describe en [ELL91] y es debida a ROBERT JOHANSEN [JOH91]. Se basa en una clasificación espacio-temporal que puede observarse en la Tabla 1.

Taxonomía espacio-temporal	**Mismo tiempo**	**Diferente tiempo**
Mismo lugar	Interacción cara a cara	Interacción asíncrona
Diferente lugar	Interacción distribuida síncrona	Interacción distribuida asíncrona

Tabla 1 Taxonomía espacio-temporal del groupware.

Existe también una taxonomía basada en cual es la variable del groupware que es objeto principal de atención, ya sea el individuo, el documento o el proceso [SAA97] (ver Tabla 2).

Groupware centrado en	Definición
Individuo	El sistema groupware gestiona localmente el trabajo de cada individuo en el interior de un grupo.
Documento	El sistema vela por la gestión de las tareas encargadas a un documento: su encaminamiento, su consulta, actualización, etc.
Proceso	El sistema controla la conclusión de actividades.

Tabla 2 Taxonomía de E. Dyson según el objetivo principal del groupware

Por último, aunque pueden haber muchas más clasificaciones destacamos una ampliación de la anterior taxonomía que se expresa en el apéndice del proyecto Delta de la Comunidad Europea 7002 [DEL90] (ver Tabla 3).

Orientado a	Definición
Formularios	Los mensajes entre miembros de un grupo son entidades inteligentes que se guían ellos mismos dentro del sistema sin necesidad de un control centralizado. Cada mensaje almacena la ruta que ha de seguir.
Procedimientos	Se basan en determinar qué procedimientos se llevan en el entorno de grupo y describen el flujo de trabajo (*workflow*) necesario para alcanzar el fin. Se asume un control centralizado de los procesos.
Estructura de la comunicación	Se basan en describir los entornos de trabajo según la forma en que se produce el intercambio de comunicación y de forma independiente de las aplicaciones
Modelos conversacionales	Se basan en la teoría de Austin [DEL90] que se basa en el análisis de la comunicación verbal.

Tabla 3 Taxonomía según el objetivo principal de las actividades del grupo

3 Tipos de aplicaciones groupware

El groupware, según ELLIS [ELL91], supone "disponer de sistemas basados en computador que soportan grupos de usuarios comprometidos en un trabajo común y que proveen una interfaz a un entorno compartido".

Pero de acuerdo a esta definición los sistemas pueden ser catalogados en esta categoría de acuerdo a criterios poco precisos. De hecho, el mismo ELLIS habla de un espectro del groupware que presentaría a los distintos sistemas como más cercanos en el espectro groupware o más lejanos, aunque aproximados y por tanto pertenecientes a esta clasificación.

La Figura 1 presenta de forma gráfica estos conceptos. Puesto que no existe una línea divisoria clara en estos sistemas habrá que pensar en distintos grados de aproximación, lo que en la figura se presenta como sistemas de alto y bajo nivel en el espectro groupware. De acuerdo con esta apreciación, si un sistema presenta entornos compartidos o gestión de tareas comunes tiene un grado de acercamiento al groupware que mejora según estos dos parámetros se hacen más importantes.

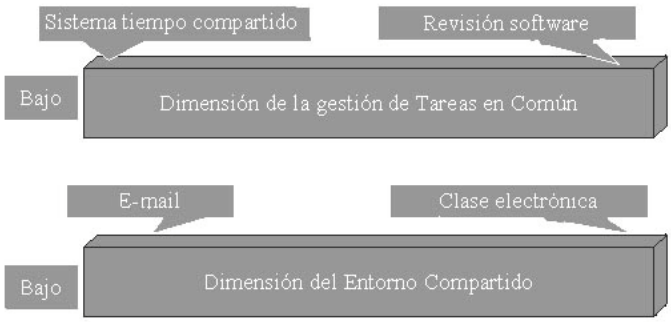


Figura 1 Las dos dimensiones del groupware según ELLIS

De la figura se extrae que un sistema de tiempo compartido como el que representa un sistema operativo multiusuario tiene una dimensión groupware baja, por más que pueda gestionar tareas en común de usuarios, ya que éstos, en realidad, realizan pocas tareas compartidas aunque pudieran realizarlas. Sin embargo, los sistemas de revisión de software diseñados para realizar en común programas entre distintos analistas y programadores es un entorno de alto nivel groupware, ya que permite compartir de manera extraordinaria tanto información entre los usuarios, como herramientas, archivos, etc. En cuanto a la dimensión de la compartición del entorno, un sistema de correo electrónico aunque pertenezca a la categoría de software para trabajo en grupo sólo puede catalogarse como de bajo nivel en el espectro, puesto que comparte muy poco su entorno entre usuarios.

Algunos sistemas pueden pasar a ser de alto nivel en el espectro groupware con el paso del tiempo, al avanzar la tecnología necesaria para implementar las ideas. Así por ejemplo ENGELBART en los 60 postuló sistemas muy parecidos a los que estamos describiendo. El sistema hipertexto de ENGELBART, NLS (*oN-Line System*), incorpora filtros para manejar la información y soporta conferencia en línea de acuerdo a los estándares que definen el groupware actualmente. Indudablemente los años 60 no eran los mejores para desarrollar esas ideas porque la tecnología no había alcanzado la madurez necesaria para implementar estos sistemas.

Como ejemplos de algunos sistemas groupware vamos a citar los siguientes [SHN98]:

- Cooperación enfocada en los participantes.

  En este caso dos usuarios necesitan completar un trabajo entre ellos, como editar un informe técnico, consultar sobre un tipo de cáncer, depurar código entre varios programadores o colaborar desde la Tierra con un astronauta que intenta solventar los problemas de la estación orbital MIR. Existe normalmente un documento entre ellos que deben realizar. Utilizan correo electrónico, correo de voz, teléfono o correo de vídeo.

- Lectura o demostración.

  Una persona comparte información con muchos usuarios en sitios diferentes. La demostración comienza al mismo tiempo y puede volver a visualizarse toda la secuencia a posteriori.

- Conferencias.

  Permiten a varios usuarios comunicarse al mismo tiempo o en diferente tiempo. Se distribuyen en distintos lugares permitiéndose discusiones muchos a muchos que pueden ser moderadas por un usuario. Un ejemplo típico es el Comité de programa de un Congreso, que suele realizar sus sesiones previas de esta forma.

- Procesos de trabajo estructurado.

  Los usuarios presentan distintos roles y han de realizar un trabajo conjunto. Como ejemplos podemos citar una revista científica que pasa por una serie de procesos hasta su publicación o el conjunto de operaciones que una Universidad realiza al matricular a un alumno.

- Comercio electrónico.

En este caso la interacción es de corto tiempo o de largo tiempo con negociación.

- Soporte a la reunión y a la decisión.

Se trata de una reunión cara a cara con cada usuario en un terminal. Existen ventanas privadas y públicas que permiten la interrelación entre participantes, mientras un proyector de gran tamaño presenta las pizarras compartidas. Según diversos estudios, estos sistemas permiten expresar mejor las ideas de los subordinados.

- Teledemocracia.

Ciudades, estados, etc. pueden realizar reuniones con votación gracias a estos sistemas.

Las características de un sistema de trabajo en grupo por computadora son las siguientes:

1) La comunicación entre los miembros del grupo.
2) La compartición de información.
3) La coordinación y control de objetos compartidos.
4) La compartición de un espacio de trabajo.
5) La organización y entendimiento común del proceso de trabajo.
6) La ayuda a la toma de decisiones.

Vamos a explicar brevemente estas características en los siguientes párrafos.

- Comunicación entre los miembros del grupo.

Las reuniones presenciales permiten visualizar mucha información complementaria a la específica de la reunión que puede ser muy útil: las expresiones, los gestos, etc.

Las reuniones presenciales tiene una componente de audio y otra de vídeo. En la parte de audio tenemos que tener en cuenta los contenidos y las vocalizaciones, en la parte de vídeo tenemos que tener en cuenta la apariencia física, las expresiones de la cara, los movimientos del cuerpo, etc.

La comunicación por computadora está limitada muchas veces a canales visuales, donde el usuario puede leer mensajes escritos. Esto puede hacer que sea una comunicación de poca calidad, a pesar de que puedan hacerse modificaciones a los textos para dar información complementaria. Como consecuencia de las limitaciones de la comunicación textual, los sistemas groupware necesitan utilizar otros medios de comunicación como correo con voz y vídeo, sistemas de videoconferencia, pantallas grandes de pared, etc.

- Compartición de información.

La compartición de información es importante para prevenir una duplicación innecesaria del esfuerzo y asegurar que todos los miembros estén utilizando la misma información. El grupo necesita facilidades para integrar la entrada, el almacenamiento, navegación y extracción de la información multimedia a todos los miembros del grupo.

- Coordinación y control de objetos compartidos.

La coordinación y control de objetos compartidos es importante, porque si se produce una modificación de un diagrama por uno de los miembros del grupo, este cambio ha de ser visualizado por el resto de los miembros y el resultado, las versiones y los documentos guardados. Hace falta controlar las actualizaciones simultáneas.

- Compartición de un espacio de trabajo.

Los miembros del grupo necesitan un espacio de trabajo común donde desarrollar sus ideas. En una reunión presencial este papel lo realiza una pizarra.

- Organización y entendimiento común del proceso de trabajo.

  Las personas que trabajan juntas tienen que saber qué es lo que quieren hacer y cómo. Por ejemplo, todas las reuniones se hacen con agenda y hay una persona que las dirige.

- Ayuda a la toma de decisión.

  Es fundamental para un grupo de personas que trabajan juntas que tengan capacidad para tomar decisiones. La decisión puede estar relacionada con los objetivos de una tarea común, el método de trabajo que ha de ser adoptado por el grupo, la elección de los miembros del grupo, etc.

Después de la enumeración de las posibilidades que ofrecen los sistemas groupware queda en el aire una pregunta: ¿por qué todavía no se han popularizado algunos de dichos sistemas? Según GRUDIN [GRU94] los cuatro factores más importantes en este caso son los siguientes:

1) la disparidad entre quien hace el trabajo y quien lo recibe,
2) las amenazas a las estructuras políticas de poder,
3) el insuficiente número de usuarios que tienen acceso a estos sistemas y
4) la violación de tabúes sociales.

Antes de enumerar algunos de los sistemas groupware desde la clasificación espacio-temporal de que hemos hablado, hay que hacer constar que dentro de las técnicas groupware se añaden los sistemas de "Flujos de trabajo" (*workflow*), que lógicamente estudian de una manera organizada la manera en la que se producen los procesos en las organizaciones. Dichos procesos suelen clasificarse en condicionales, iterativos, flujos simples, con bifurcación y rendez-vous, que es el proceso que reúne una bifurcación.

Pasemos ahora a estudiar algunos sistemas groupware desde la perspectiva espacio-temporal.

4 Interacción cara a cara: mismo lugar - mismo tiempo

Un ejemplo de sistema con interacción cara a cara sin que exista el computador como medio es el cuadro de mandos de un avión, que permite la interacción entre piloto y copiloto. También son ejemplos de estos sistemas la coordinación entre controladores aéreos o la compra-venta de acciones en la Bolsa. En todos los casos el sistema garantiza la comunicación entre usuarios que se encuentran en el mismo lugar pero que no interaccionan directamente, sino a través del medio elegido, el cuadro de instrumentos del avión, la instrumentación del gabinete de control aéreo o las pizarras electrónicas de la Bolsa.

Las aplicaciones cara a cara pueden dividirse en las siguientes categorías:

- Pantalla compartida para explicaciones. Se utiliza un proyector y los alumnos escuchan las explicaciones al tiempo que pueden observar la pantalla donde se presentan los conceptos. Una presentación con Microsoft PowerPoint con un proyector puede considerarse un ejemplo típico de este tipo de interacción.
- Utilidades con respuesta de la audiencia. En este caso existe un sistema de voto informático. Ejemplos típicos pueden ser los programas de televisión que miden mediante un mando a distancia lo que piensa la audiencia que se encuentra en el propio programa. *National Geographic* mantiene un sistema de este estilo en uno de sus centros.
- Estaciones de trabajo con envío de texto.

- Entornos de conversación y tormentas de ideas (*brain storming*).

Un ejemplo de estos sistemas es GroupSystems Electronic Meeting. En ellos se ha comprobado que se eliminan los problemas de timidez en la expresión de ideas por parte de los subordinados, por lo que la solución adoptada a un determinado problema es más democrática.

Un ejemplo de estos sistemas es GroupSystems Electronic Meeting. En ellos se ha comprobado que se eliminan los problemas de timidez en la expresión de ideas por parte de los subordinados, por lo que la solución adoptada a un determinado problema es más democrática.

Los niveles de compartición pueden ir desde la simple compartición de ficheros a compartir áreas de trabajo. Un ejemplo de ello es LiveBoard. En estos sistemas la filosofía que se utiliza es la denominada WYSIWIS (*What You See Is What I See*) y sus soluciones se basan en proponer diversas actividades de grupo que son coordinadas por un líder.

5 Interacción asincrónica: mismo lugar - diferente tiempo

La interacción asincrónica realizada en el mismo lugar supone la utilización de la misma computadora por parte de distintas personas en tiempos diferentes. El típico ejemplo que podemos presentar es el del desarrollo de un proyecto común por parte de diferentes usuarios en la misma computadora, por ejemplo la escritura colaborativa de un texto. También la utilización de un tablón de anuncios es un sistema asincrónico, en este caso sin la utilización de una computadora.

La interacción asincrónica en el mismo lugar es un caso particular de la interacción asincrónica distribuida, que puede ser referenciada en este mismo apartado ya que no vamos a entrar en detalles sobre ella. Solo diremos que en estos casos el control de cambios entre los usuarios es la parte más importante de estos sistemas, de manera que todos los participantes en la actividad colaborativa tengan constancia de los cambios producidos por los otros miembros del equipo. Un ejemplo de este tipo de sistemas puede ser el menú de "Control de cambios" de la aplicación Microsoft Word. En este caso los cambios realizados por los usuarios sobre un documento común pueden resaltarse para facilitar la edición.

6 Interacción sincrónica distribuida: diferente lugar - mismo tiempo

La interacción entre usuarios en diferente lugar pero al mismo tiempo tiene unas posibilidades extraordinarias. La posibilidad de que distintas personas en distintos rincones del planeta puedan colaborar en la solución de un problema nos hace pensar en la realidad de lo que se suele denominar "La aldea global". Pero sin pensar en esos niveles tan impresionantes, las posibilidades de interacción entre personas de un equipo en distintos lugares, quizá próximos, nos llevan a creer que estas técnicas se desarrollarán y promocionarán en un futuro muy próximo. Vamos a hacer un breve repaso a los editores distribuidos, que pueden o no ser sincrónicos y a distintas posibilidades de videoconferencia.

Editores sincrónicos distribuidos

Como hemos dicho los editores distribuidos pueden o no ser sincrónicos. De hecho, cuando en un sistema UNIX se comparte un fichero en un determinado directorio y la compartición se realiza mediante enlaces simbólicos a ese archivo por parte de varios usuarios (instrucción ln –s de Unix), lo que estamos realizando es justamente un editor distribuido asincrónico, donde cada usuario puede cambiar el archivo en un tiempo diferente. Si lo que queremos es hacer participar a los usuarios en el debate que supone cambiar dicho archivo, surgen problemas de control de concurrencia, ya que dos usuarios pueden estar editando la misma línea o incluso el mismo carácter. Puede ser necesaria en este caso la utilización de los bloqueos usados en sistemas concurrentes.

Es por ello que los primeros editores sincrónicos distribuidos, para obviar algunos de los problemas de concurrencia, los obviaron hasta el final, es decir, ni siquiera los trataron. GROVE [ELL91] (GRoup Outline Viewing Editor) soporta varios usuarios que pueden editar un texto simultáneamente. No tiene por tanto control de concurrencia, aunque sus creadores argumentan que las colisiones son pocas cuando colaboran usuarios en una edición. Por lo general cada usuario edita un sitio distinto del archivo y por tanto no colisionan.

RIbis es otro editor del estilo del anterior. Ambos incluyen fotos de los participantes en la edición. Se ha de hacer notar que en el paquete ofimático Office de Microsoft la edición simultánea de archivos de Microsoft Word y Excel ya es posible, por lo que lo que era investigación en el año 1991, hoy sólo es una opción más de un paquete de software comercial.

Entornos de trabajo

En este apartado vamos a describir algunos sistemas que posibilitan la resolución de un problema de forma cooperativa de manera sincrónica y entre usuarios que se encuentran en diferentes lugares.

CVIEW de IBM es un sistema para asistencia a usuarios, en el que un ingeniero de IBM puede ayudar a éstos compartiendo el entorno de trabajo que manejan los usuarios, aún estando en sitios diferentes.

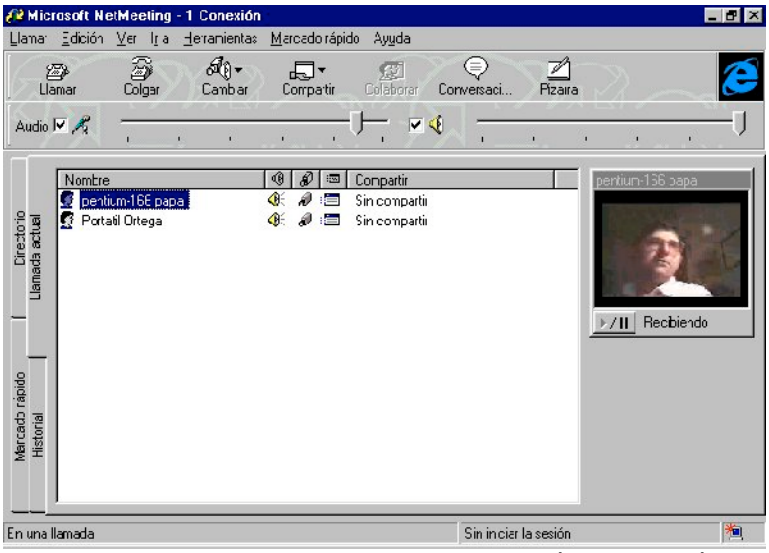


Figura 2 Microsoft NetMeeting. La compartición de la edición se realiza mediante el menú compartir

Se han realizado sistemas de estas características en multitud de aplicaciones, destacando las dedicadas al diseño colaborativo o al dibujo. Entre estos sistemas también caben destacar dos nombres propios de entornos compartidos: Teamrooms y SEPIA, éste último específicamente para creación de hipertexto de manera colaborativa.

Por último, vamos a comentar las herramientas de Microsoft para trabajo colaborativo, como Microsoft Netmeeting, que permite la videoconferencia como veremos más adelante y utiliza una pizarra blanca o pizarra compartida (*whiteboard*), donde los usuarios pueden poner información desde cualquiera de los puestos de trabajo vía Internet. Los usuarios pueden incluso compartir aplicaciones abiertas en uno de los puestos de trabajo, y la utilización de voz o chat permite la explicación de los contenidos compartidos. Por otra parte, Microsoft Outlook completa las herramientas distribuidas con una agenda de grupo muy completa.

En la línea anterior están las herramientas integradas en web de Netscape Communicator. La última versión del navegador Netscape es en realidad un compendio de utilidades colaborativas, que permiten desde la propia navegación hasta la utilización de pizarras compartidas, agendas de grupo, videoconferencia etc.

Chat

Chat es el nombre genérico de una herramienta que simula la comunicación que nos facilita el teléfono entre dos o más usuarios, sólo que en este caso la interacción no se produce normalmente mediante la voz sino escribiendo en el computador. Cada usuario escribe en una zona diferente de cada una de las pantallas y la red de computadores transporta los caracteres a los demás usuarios. El ejemplo más sencillo podría ser la instrucción "talk" de UNIX. Internet Relay Chat (IRC) es la versión multiusuario para Internet y ha permitido un mundo de relaciones en las que los usuarios ya no son reales y cada uno utiliza un sobrenombre y escenifica un papel. En esa línea era de esperar que naciera una nueva figura denominada MUD (Multiuser Dungeons o dimensions systems), que según la definición de su propia página web es un sistema en el que "Se puede pasear, hablar con otros usuarios, explorar áreas infectadas de monstruos peligrosos, resolver puzzles, e incluso crear sus propias estancias, descripciones e ítems".

Para desarrollar programas que tengan en cuenta estas posibilidades un programador necesita herramientas de más alto nivel que el simple uso de sockets de comunicación, y es por ello que se han desarrollado algunos frameworks para tratar estos sistemas, ya que hay que abordar problemas surgidos de los retardos en la llegada de la información, la utilización de bloqueos de los espacios compartidos y otros, todo ello consecuencia de la necesidad de la compartición de la información y de la sincronización necesaria.

Videoconferencia

La videoconferencia de escritorio o Desktop videoconferencing (DTVC) no permite únicamente ver al usuario al tiempo que se oye su conversación. Esto en realidad es un videoteléfono. La videoconferencia de escritorio permite compartir la información, los apuntes de un curso y poder visionar la sala donde se encuentra el otro usuario de forma sencilla.

Sistemas comerciales como el desarrollado por la Universidad de Toronto, CAVECAT (*Computer Audio Video Enhanced Collaboration and Telepresence*), permiten ver hasta cuatro lugares diferentes en un monitor. PictureTel y ProShare II de Digital son otros sistemas que ofrecen buenas resoluciones para videoconferencia. Es bastante útil, y podemos decir que los autores de este artículo han utilizado PictureTel en cursos de doctorado impartidos en la Universidad de Castilla – La Mancha para comunicarse con centros distantes 200 Km con notable éxito.

Hay sistemas mucho más asequibles económicamente como Cu-Seeme, que incluso tiene software de libre disposición. Microsoft Netmeeting también permite la videoconferencia entre dos puntos vía Internet (Figura 2). Algunos sistemas software comerciales permiten una comunicación disponiendo de una tarjeta de adquisición de vídeo y una videocámara o una cámara digital. Incluso algunos sistemas no necesitan la tarjeta de adquisición de vídeo ya que la cámara de vídeo envía a un

puerto del computador la señal para la videoconferencia. En estos casos la calidad del vídeo es sensiblemente menor.

En relación con la videoconferencia se han hecho estudios sobre la mejora en el rendimiento del usuario mediante la utilización de audio y vídeo. Por ejemplo, si la relación es más personal el vídeo es más efectivo, mientras que por lo general el audio y la compartición de información son suficientes si el entorno es más profesional.

7 Interacción asincrónica distribuida: diferente lugar - diferente tiempo

El correo electrónico

El sistema más utilizado de interacción asincrónica distribuida es el correo electrónico o e-mail. Su principal problema es que está poco estructurado. Además si el número de correos electrónicos recibidos diariamente es elevado impide el trabajo. Todo ello hace necesario que haya alguna organización de lo recibido.

Por ello, se hacen necesarias las conferencias electrónicas [HIL84] o sistemas más estructurados de correo como COSY y FirstClass. También en esa línea de más estructuración de los contenidos se encuentran los filtros de correo de Lotus cc:Mail, Eudora y Microsoft Mail (Figura 3).

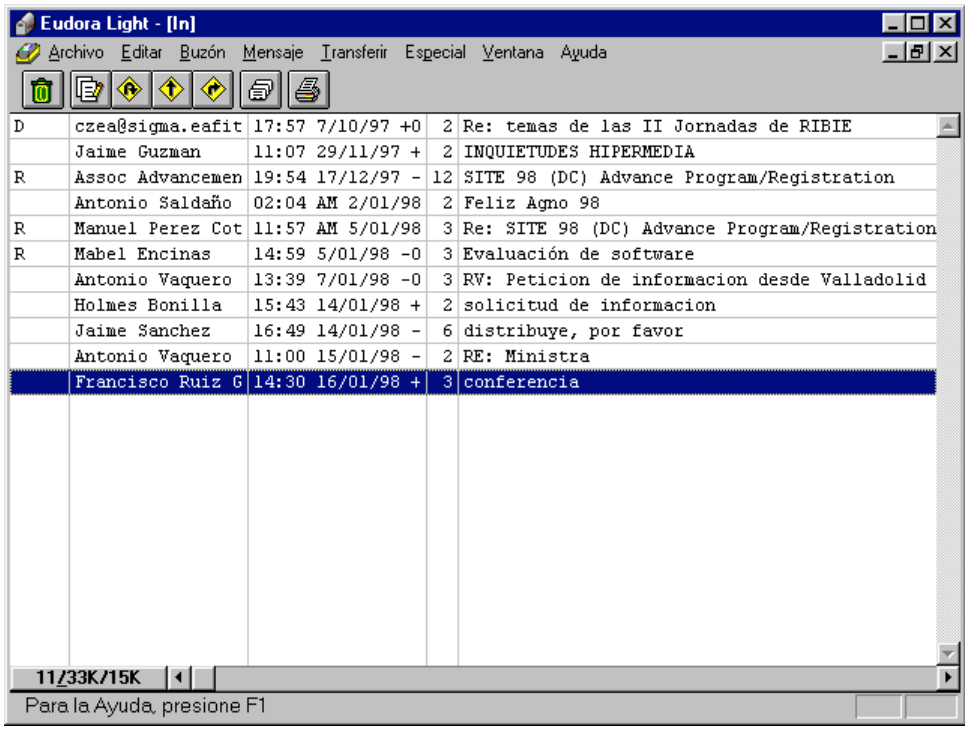


Figura 3 El cliente para correo electrónico Eudora 1.5.2

En cuanto a las nuevas posibilidades que presentan estos sistemas destacamos las siguientes: el soporte para equipos de personas, la posibilidad de incluir en el correo gráficos, hojas de cálculo, animaciones, sonidos o punteros a URL's, el nacimiento del Vídeo-correo electrónico, que cuenta en la actualidad con un problema de estandarización, o las anotaciones de voz. Entre las propuestas más estructuradas de las que hablábamos se encuentra LENS, en el que cada mensaje debe registrar tiempo, fecha, lugar, interlocutor, título, host, etc. Además, permite filtros

de mensajes y encaminamiento automático. Otras especificaciones se basan en la Teoría "speech-acts".

Como ejemplo de correo electrónico podríamos hablar de Microsoft Outlook (Figura 4 y Figura 5), que permiten no sólo el correo sino la búsqueda de reuniones en agendas de grupo con posibilidades multimedia.

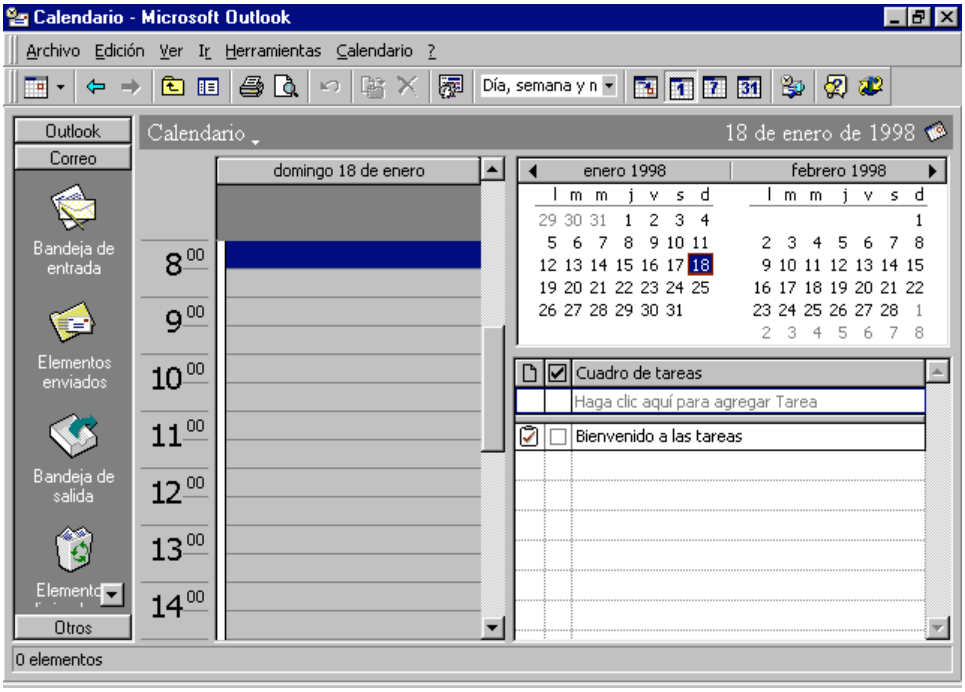


Figura 4 Microsoft Outlook como planificador de reuniones

En esta línea también se encuentra Lotus Notes que, además de E-mail, dispone de newsgroups, teléfono en línea, informe de estado, búsquedas de texto en BD, compartición de documentos, agenda de grupo y otras herramientas de colaboración.

Entre los aspectos a mejorar en los sistemas de correo electrónico debemos mencionar el filtrado, la búsqueda de direcciones de usuario, la recuperación rápida de e-mail archivados y las cuestiones relacionadas con el respeto a la intimidad.

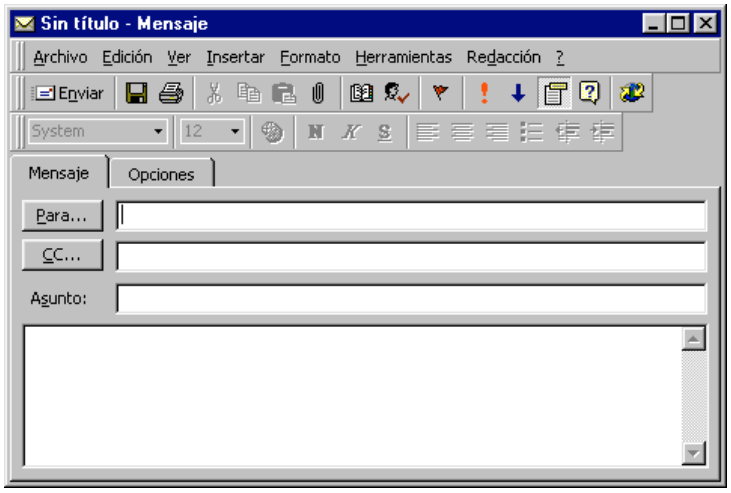


Figura 5 Microsoft Outlook como correo electrónico

NewsGroups y comunidades en red

El correo electrónico no es demasiado efectivo para tratar grandes comunidades de usuarios, para ello se utilizan las USENET Newsgroups (Figura 6). Estas poseen registro histórico de mensajes, manteniéndose en línea las últimas semanas de discusión.

En un "Listserv" es el propio usuario el que se subscribe, por lo que son más ordenadas que el e-mail. En la conferencia en línea existe además un sistema de voto y documentos compartidos. Los listserv pueden ser moderados por "sysop" o ser enviados los mensajes a todos los usuarios.

Las conferencias son siempre invitadas por sysop y se desarrollan en un tiempo limitado, se vota en 48 horas y se expresan los resultados inmediatamente, permitiéndose de esta manera consultar información sobre el tema a tratar.

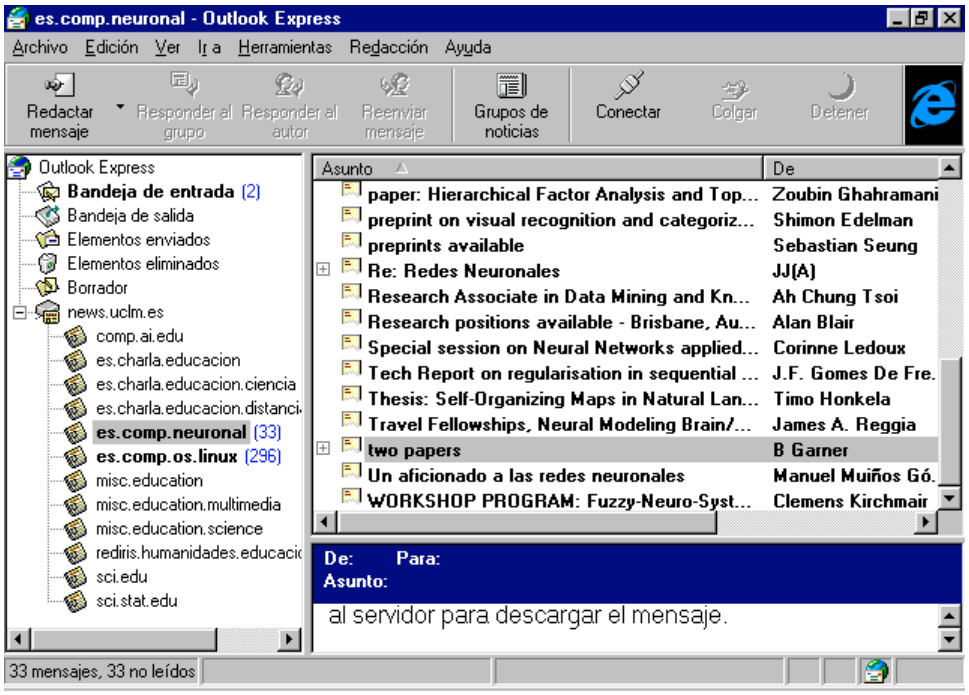


Figura 6 NewsGroups mediante Outlook Express.
En la imagen se observan las noticias sobre Redes Neuronales

8 Metodología de especificación y diseño de interfaces para sistemas CSCW

A veces se puede pensar que diseñar interfaces de usuario de trabajo en grupo es lo mismo que diseñarlas para un solo usuario. Esto no es así en la mayoría de los casos, por lo que debe emplearse una metodología para diseño de sistemas de trabajo en grupo. Aunque no es el objetivo de este libro tratar con profundidad este tema, puede consultarse [MAC95] como referencia en caso de necesitar una ampliación del tema

El objetivo de este método es proponer al diseñador una manera de pensar en la complejidad de la situación e identificar las necesidades de estos sistemas.

Las etapas del ciclo para la realización de un sistema CSCW son las siguientes:

- Análisis del grupo.
- Análisis global del sistema.
- Análisis del usuario.
- Organización y tipos de usuario (cargos, etc.).
- Diseño conceptual para cada usuario.
- Especificar componentes.
- Tareas individuales.
- Tareas comunes.

Vamos a tratar brevemente estas tareas en los siguientes párrafos.

- Comunicación entre los miembros del grupo.

Las reuniones presenciales permiten visualizar mucha información complementaria a la específica de la reunión que puede ser muy útil: las expresiones, los gestos, etc.

- Análisis del grupo.

En esta etapa se realiza el análisis del grupo con el suficiente nivel de detalle para permitir al diseñador describir el grupo, qué hacen los miembros del grupo y cómo se comunican entre ellos.

- Análisis global del sistema.

En esta etapa se necesita identificar qué nivel de comunicación y cooperación es necesario en la aplicación. Puede ser diferente en caso de que el trabajo sea primordialmente síncrono o asíncrono, distribuido o presencial. La principal cuestión es ver el protocolo a utilizar para la interacción entre los miembros del grupo.

- Análisis del usuario.

En esta etapa se considera a cada uno de los miembros del grupo para comprender cada usuario y los tipos de tareas que realiza. El modelo de usuario tiene en cuenta su conocimiento, habilidades, experiencia, motivación, qué tareas realiza y su contribución a las tareas del grupo.

- Organización y tipos de usuarios (cargos, etc.).

El rol de cada usuario es el conjunto de privilegios y responsabilidades atribuidas a una persona. Esta etapa requiere de una identificación de los diferentes papeles o roles que pueden ser realizados por los miembros del grupo.

- Diseño conceptual de la interfaz para cada usuario.

La componente de tareas individuales soporta la parte de la interfaz de usuario que está relacionada con la tarea individual de éste. La componente de tarea común soporta la parte de la interfaz de usuario que está relacionada con las tareas comunes del grupo. El componente de interacción social soporta la interacción entre los miembros del grupo; la charla informal, por ejemplo. La interfaz puede incluir imágenes de miembros del grupo, utilidades de conferencia, de soporte a la decisión, protocolos sociales, punteros compartidos, etc.

- Especificación de componentes.

La especificación puede presentar la forma de un documento escrito, un diagrama de tareas, etc. En este apartado describiremos las tareas individuales, comunes y de interacción social. Además, es necesario describir otros tipos de mecanismos como los accesos restringidos a subgrupos, la edición cooperativa, etc.

9 Un ejemplo de aplicación de CSCW y groupware en educación

A modo de ejemplo presentamos un entorno colaborativo para la enseñanza de la Domótica realizado por el grupo CHICO de la Universidad de Castilla – La Mancha. La domótica es la rama de la Ingeniería que estudia la automatización total de los edificios.

El entorno integra aplicaciones colaborativas asincrónicas (Figura 7) y sincrónicas (Figura 8). Las primeras se utilizan para argumentar de forma individual o en grupo sobre las posibles soluciones a un problema propuesto de domótica elegido entre los que se integran en una base de datos de problemas diseñados por el tutor del grupo. La aproximación sincrónica se realiza en una pizarra compartida específica del dominio a estudio que permite el diseño de escenarios domóticos junto a la si-

mulación de estos modelos. El diseño sincrónico debe estar en consonancia con la solución alcanzada en la etapa de diseño colaborativo asincrónico y el sistema utiliza para ello un sistema experto que ayuda al aprendiz según la elección realizada por el tutor del grupo.

El sistema incorpora además un gestor de roles personales (*Personal Role Management*) para integrar a alumnos y profesores en el desarrollo de los objetivos instruccionales.

El sistema propuesto está realizado en Java y puede accederse vía web en la URL siguiente: http://chico.inf-cr.uclm.es.

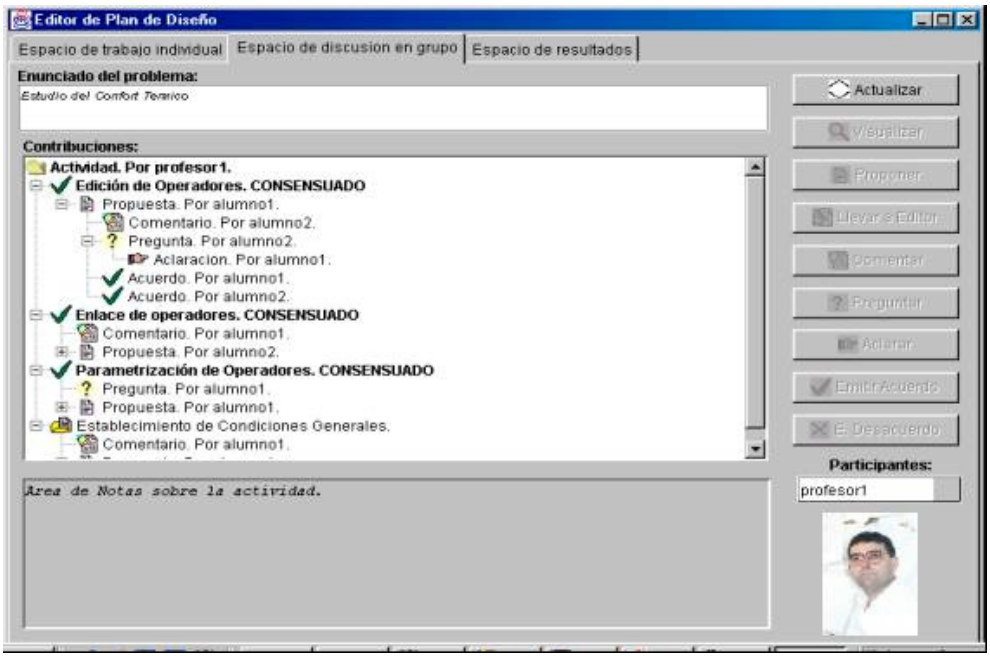


Figura 7 Entorno colaborativo realizado por el grupo CHICO.
Aplicación asincrónica con los espacios de trabajo individual, de discusión en grupo y de resultados extraídos por el sistema

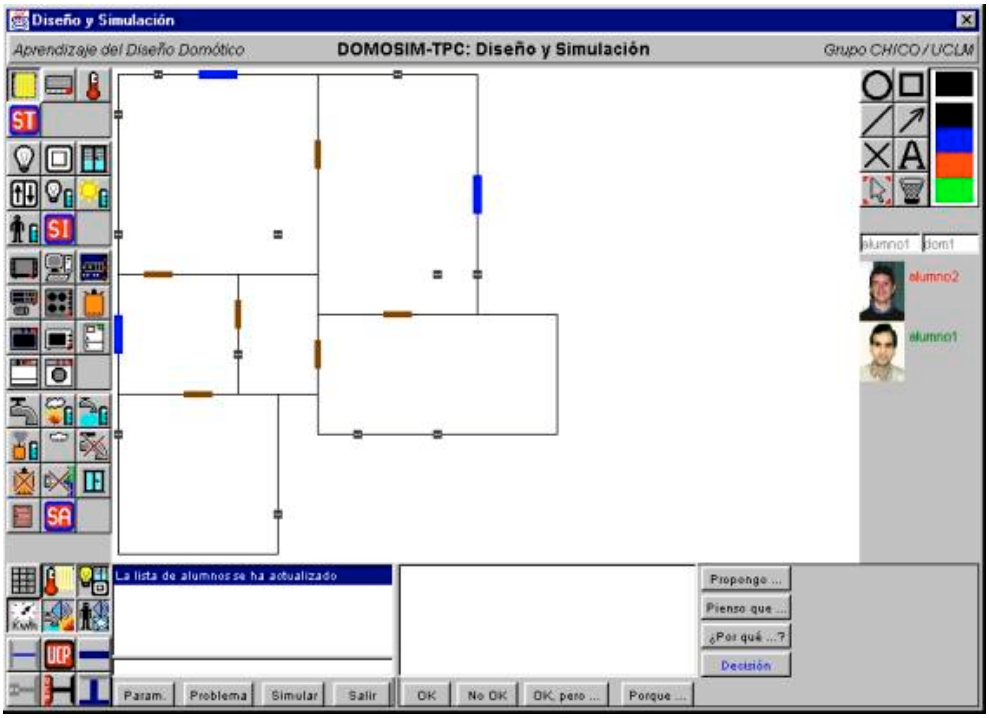


Figura 8 Entorno colaborativo realizado por el grupo CHICO.
Aplicación sincrónica del tipo de una pizarra blanca específica para el dominio de estudio: la Domótica

Conclusiones

Los sistemas cooperativos se han mostrado eficaces en la gestión de pequeños y grandes grupos y se prevé un desarrollo exponencial en los próximos años, que irá paralelo a la mayor utilización de las telecomunicaciones, incluidas las inalámbricas y la popularización de los PC y de los nuevos dispositivos de tipo PDA (*Personal Digital Assistant*) o de telefonía móvil.

Hemos repasado en este capítulo las principales categorías de groupware de acuerdo a una clasificación espacio-temporal usada normalmente en la descripción de tales sistemas. Además, hemos presentado una metodología de desarrollo para sistemas groupware, de manera muy sucinta, para terminar presentando un caso real desarrollado por el grupo CHICO de la Universidad de Castilla – La Mancha.

Este tema puede complementarse con las aproximaciones a los sistemas hipertexto colaborativos [ORT01], que es un campo que no ha podido tratarse por las limitaciones de este libro pero que integra algunos elementos significativos diferenciados en el estudio de los sistemas groupware.

Referencias

[CRO94] CROWE M. K. *Cooperative work with multimedia*. Springer-Verlag, 1994

[DEL90] PROYECTO DELTA 7002. "Groupware for Educational Environment", Apéndice A. 1990

[ELL91] ELLIS C. «Groupware: Some Issues and Experiences» en *Communications of the ACM*, Núm. 34, Pág. 39-58, Enero 1991

[GOL94] GOLDBERG A. P. *Groupware Lecture Notes*. Computer Science Department, New York University, Fall, http://cs.nyu.edu/cs/faculty/artg/groupware/syllabus.html, 1994

[GRU94] GRUDIN J. «Groupware and social dynamics: Eight challenges for developers» en *Communications of the ACM*, Núm. 37, Pág. 93-105, Enero 1994

[HIL84] HILTZ R. *Online Communities: A Case Study of the Office of the Future*. Ablex Publishing Corp., Human-Computer Interaction Series, Norwood, NJ, 1984

[JOH91] Johansen R., Sibbet D., Benson S., Martin A., Mittman R. y Saffo P. *Leading Business Teams*. Addison Wesley, 1991

[MAC95] MACAULAY, L. *Human Computer Interaction for Software Designers*. Thomsom Publishing, 1995

[ORT01] ORTEGA, M., BRAVO, J., "Sistemas de Interacción Persona – Computador", en *Colección Ciencia y Técnica*, Núm. 32. Ediciones de la Universidad de Castilla – La Mancha, 2001

[SAA97] SAADOUN M. *El proyecto groupware. De las técnicas de dirección a la elección de la aplicación groupware*. Ediciones Gestión 2000 S.A., Barcelona, 1997

[SHN98] SHNEIDERMAN B. Designing the user interface, Strategies for effective Human - Computer Interaction, Addison-Wesley, 1998

Bibliografía

DIX A., FINLAY J., ABOWD G., BEALE R. *Human- Computer Interaction*¸2ª edición. Prentice-Hall, 1998

ORAVEC J. A. *Virtual Individuals, Virtual Groups: Human Dimensions of Groupware and Computer Networking*. Cambridge University Press, 1996

PAULSEN M. F. *The online report on pedagogical techniques for computer mediated communication*, http://www.nki.no, 1995

PREECE J. *Human -Computer Interaction*, Cap. 16. Addison-Wesley, 1994

Sistemas de apoyo en línea al usuario

Ana Belén Gil
Francisco José García
Universidad de Salamanca

14 Sistemas de apoyo en línea al usuario

Última modificación: 30/04/2002

Objetivos 3
Introducción 4
1 Diferencias entre el soporte al usuario en papel y en línea 5
2 Clasificación de los sistemas de apoyo en línea 7
3 Desarrollo de sistemas de apoyo en línea 14
4 Requisitos de los apoyos en línea desde el punto de vista del usuario 19
Conclusiones 20
Actividades de recapitulación 21
Referencias 21
Bibliografía 23
Revistas recomendadas 23
Enlaces interesantes 24

Objetivos

- Comprender que una interfaz usable necesita un sistema de soporte en línea al usuario
- Analizar las ventajas y desventajas del apoyo en línea al usuario frente al soporte en papel
- Conocer los diferentes tipos de soporte al usuario que tienen las aplicaciones
- Qué puede considerarse un buen tutorial

- Conocer métodos apropiados para evaluar sistemas de soporte en línea
- Conocer los procesos básicos en la elaboración de soportes en línea

Introducción

Los diseñadores de software y hardware son conscientes de lo importante que resulta construir máquinas y aplicaciones usables. El crecimiento del número de ordenadores y su establecimiento en todos los ámbitos de la sociedad han influenciado profundos cambios en el software en general y en los soportes de ayuda al usuario en particular, soportes que actualmente constituyen un objetivo crítico en el desarrollo de software y hardware de cara al éxito comercial del producto.

Se podría pensar que si se hiciera un buen diseño de un sistema interactivo, su uso debería de ser completamente intuitivo no haciendo falta formar o dar ayuda al usuario. Eso sería una situación ideal, lejos de la realidad en los sistemas actuales, más si se tiene en cuenta que los nuevos paradigmas de interacción han de definir su propio modo de dar soporte y ayuda al usuario, tanto en su utilización como en el soporte a la navegación... Ciñéndonos al paradigma más conocido, el ordenador de sobremesa, resulta una herramienta compleja, y cuando compramos un equipamiento siempre se nos facilita un manual de utilización, por tanto, siempre se ha tener en cuenta en el desarrollo de cualquier aplicación el diseño del sistema de ayuda como una parte fundamental dentro del sistema. Así, inclusive si las interfaces son simples y claras, la existencia de usuarios con distintos niveles de conocimiento y diferentes objetivos hacen necesario el añadir sistemas de apoyo al usuario.

Los sistemas de apoyo o soporte en línea al usuario suelen clasificarse en tres tipos: tutoriales en línea, documentación en línea y ayuda en línea. Sin embargo, esta categorización en la práctica resulta en la mayoría de las ocasiones sutil, ya que en todo momento el manejo de cualquier aplicación ha de tener un soporte dinámico y contextual que ayude a su manejo, integrando todas las técnicas necesarias para solventar cualquier tipo de necesidad del usuario.

La naturaleza interactiva y potencialmente dinámica de los sistemas de soporte en línea ofrece múltiples perspectivas formadas por elementos de IPO (Interacción Persona Ordenador), psicología, literatura técnica,... que conforman equipos de trabajo multidisciplinares (diseñadores, escritores, psicólogos, programadores, gestores...) en proyectos que necesitan una adecuada planificación debido a la complejidad que alcanzan.

Este capítulo pretende dar un vistazo global, desde la perspectiva de la IPO, base de este libro, al desarrollo de sistemas de apoyo en línea al usuario, a la vez que describir las líneas por las que este campo, tan nuevo hoy en día, se encuentra en rápida y creciente evolución. El apartado primero realiza un análisis comparativo entre los soportes al usuario en papel y en línea. En el segundo apartado se realiza una clasificación y descripción de los distintos medios para la inclusión del apoyo en línea al usuario, al tiempo que refiere ciertas técnicas útiles para su diseño y desarrollo. El tercer apartado describe el ciclo de desarrollo del material de apoyo en línea a través de tres fases principales: su planificación, diseño y evaluación. El apartado cuarto realiza una sucesión de consideraciones básicas en los requisitos del soporte en línea desde el punto de vista del usuario. El capítulo concluye con unas reflexiones finales y una serie de actividades de recapitulación, útiles fundamentalmente para asentar en el lector conceptos básicos tratados. Acompañan al capítulo un conjunto de lecturas complementarias, así como revistas del área y enlaces web, fuente básica para aquellos que quieran profundizar en un tema tan amplio, al que el propósito de este libro nos ha permitido tratar de un modo general e introductorio.

1 Diferencias entre el soporte al usuario en papel y en línea

El prestar asistencia al usuario en el acceso y resolución de dudas en tareas frente al ordenador puede realizarse haciendo uso de una gran variedad de medios y recursos. Las dos líneas principales de distribución de la información en este campo son las ayudas en línea y el material impreso. Existen además otros medios tales como videos o cintas de audio, que con la expansión y capacidades de la hipermedia, pueden ser integrados en la estructura del sistema de apoyo en línea. Es por tanto evidente que el desarrollo de sistemas online efectivos hace necesario estudiar las diferencias entre el soporte en papel y en línea aplicando una serie de perspectivas tanto físicas como retóricas en el proceso de diseño del material a distribuir ([SEL96], [SEL97], [SHN98]). Algunas de estas diferencias son sintetizadas en Tabla 1 y Tabla 2 ; a lo largo de este punto se verán más detalladamente otra serie contrastes en el medio a través del cual se proporciona soporte al usuario.

	Página	**Pantalla**
Resolución	70-1200 ppp.	50-100 ppp.
Área de exposición	Generalmente mayor	Generalmente menor
Proporciones del área	Más alta que larga	Más ancha que alta
Presencia del contenido	Física Estática Inmutable	Virtual Estática Dinámica Interactiva Mutable

Tabla 1 Diferencias físicas entre apoyo papel y en línea (basada en [SEL96], [SEL97])

Algunas diferencias fundamentales entre los dos medios en términos de diseño incluyen:

- La falta de permanencia de la visualización de los apoyos en línea a través de la pantalla del ordenador en muchas ocasiones supone una limitación al usuario, principalmente novel o inexperto.
- La restricción del tamaño de la pantalla de visualización en las situaciones en línea frente a las páginas en papel, así como la resolución superior en el papel que en la pantalla.
- La imposibilidad de interaccionar con el usuario y proporcionar recursos dinámicos y animaciones en la información en papel. Sin embargo, en la información en línea es corriente ofrecer información contextual de manera que el sistema puede usar el estado de la aplicación para determinar la información que le es necesaria al usuario. La información en línea puede además hacer uso de distintos elementos multimedia tales como video, sonido y animaciones aplicando incluso técnicas de la inteligencia artificial, para facilitar la adaptación a los usuarios concretos.
- Las restricciones para insertar referencias cruzadas o múltiples presentaciones de la información en materiales impresos, frente a la posibilidad de usar en los soportes en línea texto, gráficos, sonido, color y animaciones que pueden ayudar en la explicación de tareas o conceptos complejos.
- Los diferentes requisitos para navegación en un soporte y en otro. Los soporten en línea ofrecen mecanismos de selección y diseño de menús,

donde la información brinda accesos más eficientes. Sin embargo navegar a través de las pantallas supone a priori un esfuerzo mental adicional, que interfiere con el de concentración y aprendizaje.

- Los documentos en papel requieren mayores ciclos de producción, mientras que la información en línea permite su continua actualización, esto permite a las compañías de software ciclos de desarrollo más eficientes, cortos y baratos. Además, en general, la información en línea requiere menos gastos de almacenamiento, reproducción y distribución.

Por otra parte hay una serie de factores que suponen desventajas para la información en línea. Es evidente que resulta más sencillo leer texto en documentos impresos que en una pantalla de ordenador. Además, existen situaciones donde el usuario prefiere documentación impresa: en casos donde comienza a trabajar con la máquina o la aplicación y necesita leer gran cantidad de documentación previamente o en situaciones en las que se producen errores en las aplicaciones, el sistema...

Los sistemas de apoyo en línea al usuario ofrecen como vemos numerosas ventajas frente a la distribución de manuales y documentación impresos. De cualquier modo siempre se puede incluir, como ocurre en la mayoría de los sistemas en línea, la posibilidad de imprimir gran cantidad de documentación que permita al usuario elegir el medio para abordar determinadas tareas.

	Página	**Pantalla**
Organizativas	Linear Familiar Jerárquica Lógica/deductiva Fija	Linear y no lineal Familiar y no familiar Jerárquica y no jerárquica Lógica/deductiva Asociativa y dinámica
Navegacionales	Familiar Limitada Estática	Familiar y no familiar Robusta Estática y dinámica
Contextuales	Generalmente rica	Generalmente pobre

Tabla 2 Diferencias retóricas entre apoyo papel y en línea (basada en [SEL96], [SEL97])

En este punto hay que destacar el valor fundamental de la hipermedia, desde la perspectiva de los sistemas de apoyo en línea. Como ya se ha visto con profundidad en otros capítulos de este libro (Caps. 10 y 12), la hipermedia organiza la información de forma asociativa de manera que el usuario navega por conceptos relacionados seleccionando una serie de enlaces a la vez que contiene una gran riqueza expresiva debido a la potencialidad de las técnicas multimedia. De este modo se consigue que el acceso a la información no sólo sea más eficiente sino también más intuitivo y cercano a los objetivos del usuario, conceptos fundamentales que dan cabida a los objetivos básicos de una ayuda sólida tanto en el manejo de la aplicación como en la ayuda a la navegación en el hiperespacio.

Muchas son las razones que nos invitan a pensar que los apoyos en línea son los sistemas del futuro para distribución de ayudas, tutoriales y documentación. Los avances tecnológicos e integradores en el sector de la comunicación técnica, la industria editorial... Todos estos puntos unidos a la proliferación y velocidad de renovación del software y hardware exigen rapidez de movimientos con ciclos de producción más cortos y dinámicos que los apoyos en línea posibilitan.

2 Clasificación de los sistemas de apoyo en línea

Los sistemas de ayuda se clasifican generalmente en función de dos variables, el medio de distribución empleado y los objetivos del sistema de apoyo. Cruzando estas dos variables resulta una matriz que contiene seis celdas (Tabla 3), cada una de las cuales representa un modo diferente de soporte, requiriendo estrategias distintas a la hora de su diseño y desarrollo.

Objetivo del usuario	Medio de distribución	
	Papel	En línea
Yo voy a comprar	Un folleto de venta Una hoja de compra	Una "*demo*"
Yo voy a aprender	Un Tutorial	Un paseo guiado (*Tour*) por el programa
Yo voy a usarlo	Un manual de usuario	Un sistema de ayuda o documentación *online*

Tabla 3 Clasificación de materiales de ayuda (basada en [DUF93])

El propósito de este capítulo está centrado en los sistemas de apoyo en línea, una vez destacadas las ventajas e inconvenientes que surgen entre estos y el material impreso, centrémonos en las características y clasificación que definen los distintos recursos para dar soporte en línea al usuario.

Los sistemas de apoyo en línea pueden ser clasificados según tres variables: el propósito para el que son desarrollados, el tamaño y la relación con el producto al que sirven de soporte [HOR94]. Los apoyos en línea se emplean atendiendo dos cuestiones fundamentalmente: en tareas de instrucción (leer para aprender) y como referencia (leer para hacer). Sin embargo, la mayoría de los materiales que acompañan a las aplicaciones establecen un compendio entre estos dos propósitos.

Figura 1 Clasificación de algunos tipos de apoyos en línea respecto a cantidad de información y objetivo de uso (basada en [HOR94])

En cuanto al tamaño, puede variar desde un mensaje con una simple sentencia hasta colecciones de bibliotecas digitales de gran volumen. Algunos de los recursos empleados pueden clasificarse según estas variables, ver Figura 1.

La relación con el producto determina como el material de apoyo contribuye o depende de éste. Los sistemas de apoyo en línea empotrados, son parte del producto o aplicación y se accede a los apoyos a través del mismo. Generalmente incluyen ayuda, documentación, visitas guiadas y mensajes de sistema. Están además los sistemas de apoyo independientes de la aplicación a la que sustentan, suelen incluir manuales de referencia y prácticas o demos para que el usuario se entrene en el manejo del programa y normalmente no requieren que el usuario trabaje en el programa.

Los sistemas de apoyo en línea pueden dividirse en tres clases fundamentalmente, los tutoriales en línea, la ayuda en línea y la documentación en línea. A continuación veremos cada uno de ellos con más detalle.

Tutoriales en línea

Cuando los usuarios pueden disfrutar de una nueva aplicación, el primer impulso es probarla inmediatamente, sin estudiar los manuales.

Un tutorial en papel ofrece un método poco atractivo para el usuario. Un tutorial en disco, por el contrario, puede introducirlo en el ordenador y en pocos segundos comenzar la exploración, ya que aprender a trabajar con una aplicación utilizando el propio ordenador siempre es más idóneo y atractivo para el usuario.

Los buenos tutoriales dan la sensación de estar interaccionando con el programa real, aunque normalmente, se ejecuta en otra aplicación.

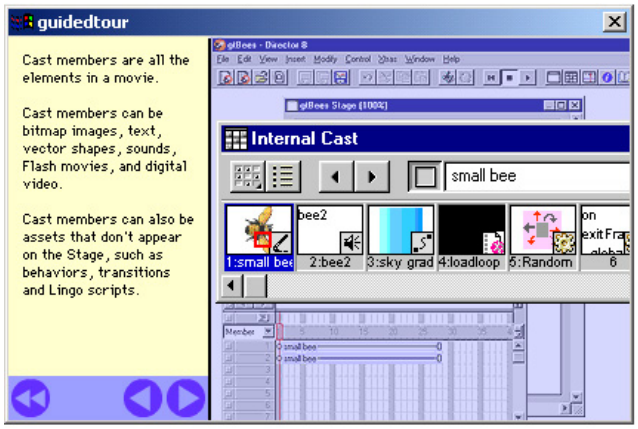


Figura 2 Paseo Guiado del programa Director 8 de Macromedia™

Cómo organizar los tutoriales

El tutorial ha de comenzar con una pantalla que anuncie el tema, como si fuera la cubierta de un libro y además, seguir unas pequeñas normas que permitan una mejora de calidad:

- Explicar en primer lugar la navegación, para asegurarse que los usuarios aprenden a desplazarse por el tutorial, adquiriendo de una manera gradual y si es posible limitada el nombre de elemento de la interfaz.
- Diseñar un menú de opciones, explicando previamente al usuario qué es lo que va a aprender. Los menús en un tutorial realizan la misma tarea que la tabla de contenidos en un libro aunque no ofrecen la misma información porque no disponen del número de página. Por el contrario, es interesante explicar el tiempo estimado, por secciones, que se tarda en explorar el tutorial.
- Es importante ir marcando las diferentes opciones del menú que ya han sido exploradas, permitiendo así hacerse una idea rápida de la parte vista y de la restante que aún queda por revisar.
- Cuando se selecciona una opción es interesante, antes de ejecutarla, presentar un pequeña descripción de lo que se va a desarrollar.

Tratar de conseguir la atención del que está aprendiendo es un objetivo importante para conseguir transmitir los contenidos del tutorial. De modo que para presentar un tutorial atractivo se ha de tener en cuenta:

- **Hacer breves cada uno de los módulos**. Los módulos han de durar entre cinco y quince minutos. Es importante no incorporar más de dos o tres temas nuevos en cada módulo.
- **Potenciar la interacción**. Para ello es conveniente combinar entre descripciones y ejercicios. Se ha de conseguir alternar la lectura con la ejecución de alguna otra acción.
- **Escribir respuesta reales**. Hacer que las respuesta se adapten a las tareas específicas que se están desarrollando. Por ejemplo, cuando todos los errores devuelvan la misma respuesta, el usuario pude pensar que el tutorial es muy limitado.
- **Automatizar las tareas aburridas**. Por ejemplo, haciendo una entrada de datos en una hoja de cálculo para realizar un ejercicio, de modo que el usuario introduzca sólo dos o tres elementos, lo demás es posible introducirlo automáticamente, ya que el usuario no está aprendiendo a escribir a máquina.

Documentación en línea

La documentación en línea constituye un segundo tipo de sistemas de apoyo en línea que proporciona material de referencia o describe detalladamente procedimientos. Presenta un objetivo pedagógico menor que los tutoriales pero superior a la ayuda en línea.

Figura 3 Características de la documentación *online* (basada en [HOR94])

Los sistemas de documentación tienen dos partes esenciales, según describe la Figura 3. La primera está formada por la información electrónicamente almacenada con elementos varios como texto, imágenes, vídeo, audio... El segundo componente, esencial a la hora de darle a todo el material el apelativo de en línea, es establecer mecanismos de acceso a esta información. De modo que información almacenada electrónicamente no es directamente documentación en línea, ya que ésta requiere el estar integrada en un sistema que permita a los usuarios el acceso rápido y eficaz mediante mecanismos de búsquedas y visualización en pantalla de la información que él requiere ([HOR94], [DRE92]).

Ayuda en línea

La ayuda en línea es un tipo de sistema de apoyo en línea que proporciona una información breve y concisa para resolver un problema puntual durante el trabajo del usuario. Tiene un reducido peso pedagógico, menor que los tutoriales y la documentación. En el momento en el que se accede a la ayuda en línea, no se está en condiciones de estudiar y ampliar las cohesiones hacia la aplicación, sino que se busca acabar la tarea que se está realizando. Es entonces necesario un recordatorio de cómo realizar una determinada labor o conocer el significado de un icono o bien diagnosticar la actual situación y resolver el problema. Cuando se proporciona una

ayuda efectiva, el usuario experimenta que el producto es inteligente y amigable, pero si la ayuda es difícil de utilizar o falta información necesaria, el usuario lo interpreta como un fracaso del producto.

La mayor parte de las interfaces actuales incluyen, normalmente, para la ayuda en línea del usuario los siguientes recursos:

- **Temas de consulta**, que ofrecen el acceso a bibliotecas clasificadas en temas, a comandos de programación, a términos o tareas concretas.

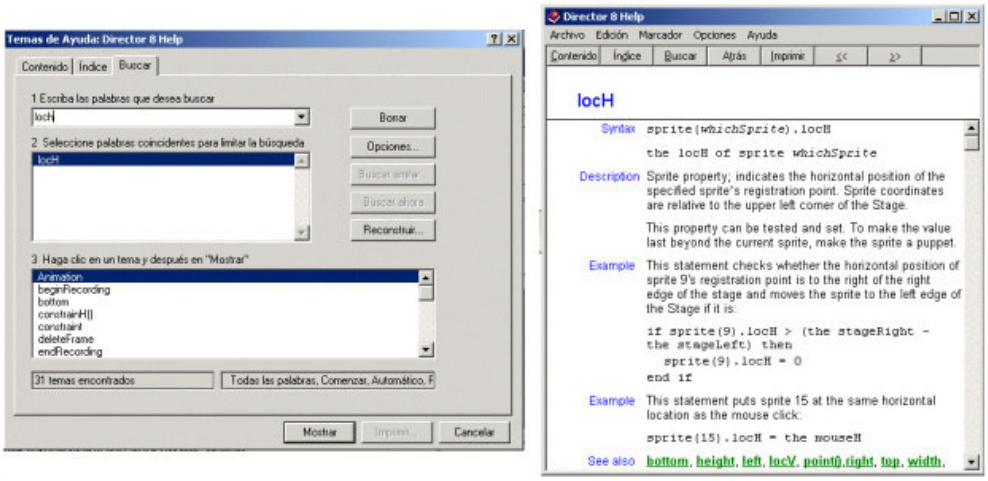


Figura 4 Búsquedas y ayudas a comandos de Lingo de Director 8™

- **Ayuda sensible al contexto**, que permite acceder al estado de la aplicación o a cuadros de diálogo [AND89]. En muchas ocasiones haciendo uso de asistentes personales con la ayuda de la tecnología de agentes.

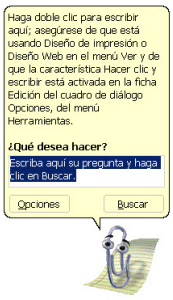


Figura 5 Ayuda contextual con un asistente (Microsoft Word™)

- **Test de ayuda**, generalmente accesible desde las teclas de función, menús o iconos.
- **Mensajes de texto**, que se generan al pasar por encima de un icono y no se mueve de encima durante un instante, lo que permite en el sistema inferir que el usuario no conoce el significado de la imagen del icono. Este mensaje de ayuda que aparece bajo el icono permite reforzar el modelo mental del usuario respecto de la aplicación.

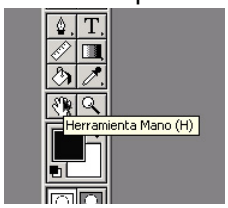


Figura 6 Ayuda icónica de Photoshop 5.5™

Implementar la ayuda en línea

Antes de comenzar a implementar la ayuda es necesario desarrollar un plan [DUB93], teniendo en cuenta los siguientes apartados:

- El tipo de usuario de la aplicación.

- El contenido de las cuestiones.
- La estructura de las cuestiones.
- El uso de las cuestiones sensibles al contexto.

Definiendo al usuario

El usuario al que va dirigida la aplicación, Tabla 4, determina el tipo de información que se ha de tener disponible en el sistema de ayuda y como ha de ser presentada ([COH85], [COH87]).

Usuario	Descripción
Novel	Completamente inexperto en informática
Novel en la aplicación	Tiene algunos contenidos informáticos, pero es completamente nuevo en la aplicación
Intermedio en la aplicación	Tiene conocimientos en la aplicación
Experto en la aplicación	Tiene una amplia experiencia

Tabla 4 Definición del usuario en función de sus conocimientos en el entorno de la aplicación

En este sentido es importante que tanto la información como las interfaces sean capaces de adaptarse en la dirección que mejor soporte los objetivos, expectativas e intereses de las diferentes clases de usuario [PAT99]. Fundamentalmente la base de esta adaptatividad está en un sistema interno que modela al usuario a través de diversas técnicas, muchas de ellas a través de agentes, que soportan una interacción asistida y por tanto una ayuda personalizada al usuario.

Planificar el contenido del sistema de ayuda

Se han de pensar las cuestiones suficientes y específicas para ser ofrecidas a los usuarios que necesiten la ayuda: usuarios noveles que requieren ayuda para aprender tareas y definiciones de los términos, usuarios más sofisticados que busquen la ayuda ocasionalmente para un procedimiento o término, pero normalmente sea más un recordatorio de órdenes y funciones y finalmente el usuario experto, quien solamente pide ayuda en la sintaxis de órdenes y funciones, teclas aceleradoras o atajos que le permitan desenvolverse más rápidamente.

La idea general es que el sistema de ayuda incorpore todas las cuestiones de interés de la aplicación.

La implementación de la ayuda sensible al contexto es muy importante. Demanda una estrecha colaboración entre el autor de la ayuda y el programador de la aplicación, planificando conjuntamente la estructura de las cuestiones de la ayuda.

La mayor parte de los sistemas de ayuda organizan la estructura de las cuestiones de una manera jerárquica. Inicialmente hay un índice o una tabla de contenidos, o ambas cosas. El índice y la tabla de contenidos son una lista de todas las cuestiones a disposición del usuario.

Cada etapa permite al usuario disminuir un nivel en la jerarquía del sistema de ayuda, a medida que llega a cuestiones de mayor interés.

Las cuestiones también se deben ordenar en una secuencia bajo ciertos criterios de acceso para que aquellos usuarios, principalmente los noveles, puedan realizar una navegación secuencial a través de la ayuda y, al mismo tiempo, hacerse una idea de las funcionalidades del sistema.

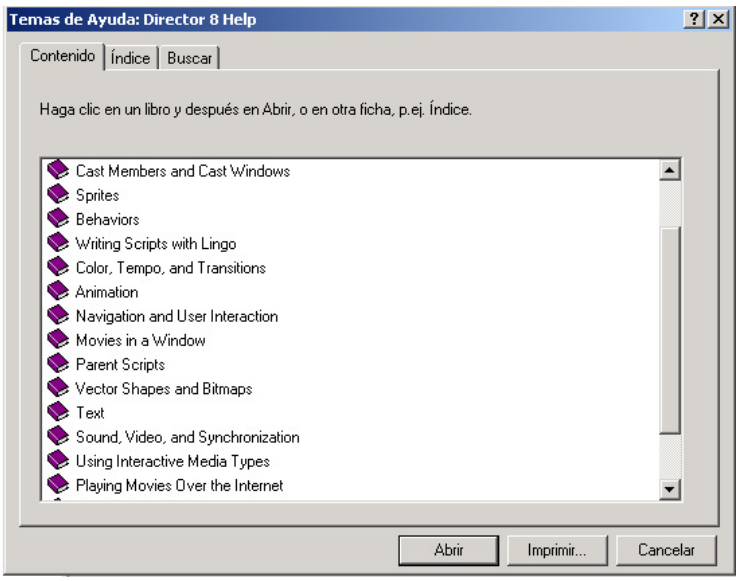


Figura 7 Panel de ayuda de Macromedia Director 8™

Se aconseja limitar el número de niveles de ayuda para evitar situaciones de nerviosismo en el usuario durante sus uso. La mayoría de sistemas de ayuda incorporan dos o tres niveles. Es importante que se permita realizar al usuario:

- **Referencias cruzadas**. Las referencias cruzadas o saltos son palabras que utilizan una codificación especial y que están enlazadas con otras cuestiones. El uso de referencias cruzadas en la ayuda permite su diseño mediante hipertexto.
- **Definición de términos**. La mayor parte de las cuestiones incorporan palabras o frases que requieren una definición posterior. El sistema de ayuda ha de posibilitar la aparición de ventanas sobre estas palabras con la correspondiente definición, sin que sea necesario buscarla en otras partes de la ayuda.

Organización del texto de la ayuda

Los ficheros de texto utilizados en la ayuda no se han de limitar a texto, se pueden utilizar diferentes tipos y tamaños de letra, incluyendo colores y gráficos para mejorar la comprensión, presentar la información en tablas, indentar párrafos para presentar la información completa, etc.

Los estudios efectuados al respecto establecen un conjunto de normas que se describen a continuación. Teniendo en cuenta los siguientes temas:

- **Niveles de explicación**. Diferentes contextos y objetivos requieren diferentes niveles de explicación. Tratándose de ayuda en línea los usuarios buscan información muy concisa y eficaz, ya que la ayuda es una interrupción en el desarrollo de la tarea del usuario.
- **Lenguaje**. Se debe emplear un leguaje apropiado para los usuarios que van a utilizar la aplicación. Si el lenguaje es demasiado complicado puede frustrar a los usuarios, que deberán aprender la definición de los conceptos y términos que no les son familiares.
- **Cantidad de texto.** Utilizar un mínimo de texto. Los estudios referentes a este tema, indican que la velocidad de lectura decrece un 30% cuando el usuario lee sobre la pantalla, respecto a cuando lo hace sobre un papel impreso, por tanto conviene colocar poco texto en la ayuda para compensar la diferencia de velocidad lectora. Incluso permitir la impresión de la ayuda en línea, para que el usuario pueda elegir en todo momento el soporte en el que leer.
- **Longitud de los párrafos**. Utilizar párrafos cortos. Continuando con el criterio expuesto en el apartado anterior, los párrafos cortos pueden mejorar la velocidad de lectura de la ayuda.

- **Espacios en blanco**. Son utilizados para agrupar la información visualizada haciéndola más legible. Los espacios en blanco son importantes por dos razones fundamentales, ayudan al usuario separar los distintos elementos y posibilitan a los diseñadores el limitar la cantidad de información por pantalla (una página impresa suele ocupar tres pantallas).
- **Sobreindicar el texto**. Para ello se puede hacer uso de los tipos de letra, tamaños, el color para destacar conceptos, sin exagerar, porque la sobrecarga reduce la efectividad de presentación visual.
- **Gráficos e iconos**. Es importante utilizar gráficos para la mejora de la presentación de los conceptos. Utilizar imágenes apropiadas que puedan ayudar a explicar las funciones de los iconos y los elementos de la pantalla mediante el uso de metáforas. Hay que tener siempre presente que se asimilan más rápidamente los gráficos que el texto.
- **Realizar un diseño consistente**. Ser rigurosos con el diseño escogido. Los usuarios esperan que la forma en la que los contenidos de la ayuda son presentados es la misma, independientemente de la información presentada. Hacer consistentes los títulos, elementos a destacar, la tipografía y posición del texto para que la ayuda siga siendo efectiva.

Cómo añadir la ayuda al contexto

Las ayudas han de tener mecanismos para poder hacerlas sensibles al contexto. Por ejemplo, en las normas CUA, explicadas en capítulos anteriores (Cap. 9), se establece que cuando un menú está seleccionado, al presionar la tecla F1 se facilita información sobre este menú. Si se presiona SHIFT+F1, el cursor cambia y pasa a ser indicador de estado de ayuda al contexto y cuando la selección se realiza sobre cualquier objeto, se da la información disponible al respecto.

En los cuadros de diálogo se debe incluir también un botón de ayuda que facilite información relativa.

Otros apoyos en línea

- **Archivos Léame (*Read-me*):** se trata de una serie de anotaciones transmitidas al usuario, típicamente señalando excepciones y presentando información de última hora. Suelen contener problemas de incompatibilidad con otros sistemas, listas de errores, advertencias varias en el uso del producto en función de versiones... Son generalmente archivos de texto que el usuario puede leer desde la pantalla o imprimir.

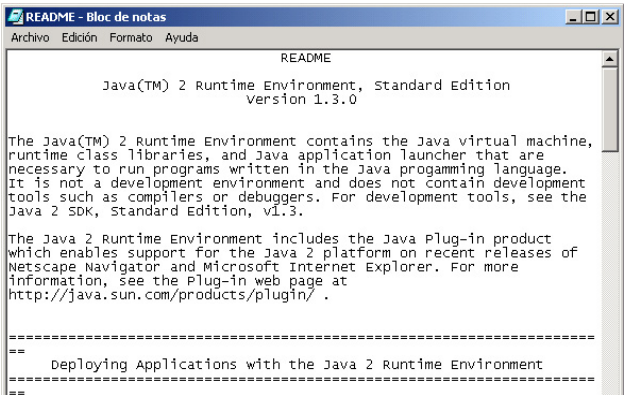


Figura 8 Archivo léame

- **Mensajes**: son pequeños retazos de información generalmente de importancia vital en la consecución de la tarea o desarrollo del programa, que aparecen automáticamente para guiar o avisar a los usuarios en el manejo del programa en uso. Son parte integral de la interfaz de usuario. Los mensajes son muy simples, generalmente en unas líneas de texto en una ventana *pop-up*.

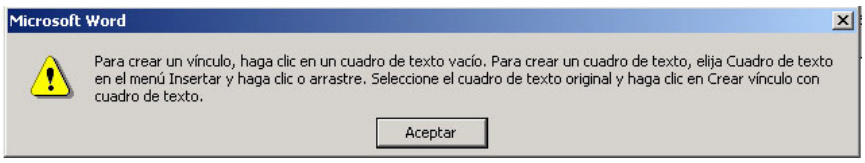


Figura 9 *Pop-up* de mensaje de Microsoft Word™

De modo que, en resúmen, en los tutoriales en línea —que a menudo son considerados una forma de Instrucción Asistida por Computador (CAI), Aprendizaje Asistidos por Computador (CAL), o Entrenamiento Asistido por Computador (CBT)— los usuarios cuentan con una alta interactividad, pueden establecer el ritmo de las actividades a propia conveniencia, bien para resolver una acción inmediata y puntual o para incrementar el desarrollo profesional como objetivo más general. En los entornos de documentación en línea, los usuarios generalmente eligen entre distintas estructuras organizativas y sistemas de navegación, incluso recursos multimedia, así como además pueden personalizar el contenido de la información mediante anotaciones, recorridos... Y finalmente, en los sistemas de ayuda en línea, los usuarios acuden durante el desarrollo de sus tareas mediante el empleo de asistencia altamente integrada en el entorno de trabajo, sensible al contexto en situaciones de cierta presión por realizar la tarea o procedimiento consultado. Si a todo esto se añade el que estas tres maneras de apoyo en línea pueden explotar técnicas y procedimientos de la inteligencia artificial en muchos aspectos [AAR87] —ciertos tipos de sistemas de apoyo en línea pueden llevar un control de todas las operaciones del usuario y consecuentemente responder adaptando sus acciones al usuario— tanto de navegación como de contenidos, esto es, apoyo en línea al que se añaden técnicas de adaptatividad.

3 Desarrollo de sistemas de apoyo en línea

Generalmente, el desarrollo de apoyos en línea puede ser dividido en tres fases principales: planificación, diseño y evaluación ([SEL96], [TOM99], [RAC01]). Durante las etapas de planificación los desarrolladores valoran las necesidades y crean las especificaciones. Estas actividades son la base para el diseño de los apoyos en línea, un proceso que conlleva cuestiones globales (tales como organización y mantenimiento de los sistemas) y locales (como discretización de los contenidos y puntos de engarce de éstos). El estadio de evaluación incluye simultáneamente una tasación formativa —una evaluación en el progreso del desarrollo que permite rediseñar y analizar evaluaciones consecutivas— y una evaluación tras el proceso de producción que de medidas de la calidad final [DUF92]. Estas tres etapas a menudo ocurren recursivamente, de modo que las decisiones y modificaciones en una de las áreas afectan a las otras dos. A continuación analizaremos con más detalle cada etapa.

Planificación

La fase de planificación es una tarea crítica en el proceso recursivo de desarrollo de sistemas de apoyo en línea. SELBER, JOHNSON-EILOLA y MEHLENBACHER [SEL97], clasifican la planificación a lo largo de diferentes subtareas:

1) Localización de la ayuda en el tiempo y en el espacio
2) Manejo de evaluaciones que determinen las distintas necesidades
3) Desarrollo de especificaciones:
   - *Recopilación de información base.* Obtener toda la información relativa a las tareas y procedimientos de la aplicación que van a ser documentados.

- *Especificaciones de la producción*. Describen las formas físicas finales de las distribuciones considerando todos y cada uno de los materiales a producir (CD-ROM, catálogos, libretos, archivos "léame",...).
- *Perfiles de usuario*. Definir el entorno y la audiencia de la aplicación primaria, así como su relación con cómo y cuando la documentación que le da soporte será utilizada.
- *Revisión de protocolos*. Donde se describen la serie de revisiones planificadas (editorial, organizativa y técnica) y quien las lleva a cabo, así como los diferentes clases y test de usabilidad.
- *Determinación de tópicos*. Estimación del número total de pantallas incluídas en los apoyos, incluyendo flujos y nombres de módulos y secciones.
- *Definición de guías de contenidos detalladas*. Expandir los tópicos por materias, submódulos, subsecciones, ejemplos, apéndices... planificar la información tanto textual como gráfica.
- *Desarrollo del programa*. Establecer tiempos y objetivos para todas las fases del proyecto: alfa, beta y final, ciclos de edición, tareas de producción y actividades de mantenimiento.
- *Estimación de gastos*. Como en cualquier proyecto software de cierta envergadura, es necesario considerar los gastos que van a generar: salarios, horas de trabajo que van a ser necesarias, el material a utilizar...
- *Especificaciones de estilo/diseño*. Desarrollar una guía de estilo para crear una consistencia.
- *Riesgos y dependencias*. Todas las actividades pueden sufrir cambios respecto a como fueron planificadas. De este modo es importante abrir líneas de comunicación entre los miembros del equipo, incluir revisiones periódicas precisas y expertos en la materia externos.
- *Responsabilidades en el proyecto*. Enumeración del equipo de trabajo con sus actividades y responsabilidades principales y secundarias.
- *Hojas de firmas*. Posibilitan llevar un histórico de tareas aprobadas, responsabilidades, fechas y espacios para anotaciones y sugerencias por los miembros del equipo durante el desarrollo.

Diseño

Los diseñadores han de considerar las necesidades a corto y largo plazo de la audiencia a la que se dirigen durante el desarrollo (mirar capítulos 3 y 5). El diseño está centrado en el usuario y fundamentado en las tareas que éste realiza en la aplicación a la que el apoyo en línea respalda. El diseñador ha de tener fundamentalmente dos perspectivas a la hora de iniciar su trabajo, así un objetivo aglutinador y global, sostenidos en otra serie de objetivos centrados en el ámbito de trabajo real, en unos objetivos locales.

1) Cuestiones de <u>diseño global</u>

- *Accesibilidad*. Los sistemas de apoyo en línea han de ser lo más sencillos posibles (entradas y salidas rápidas y directas), focalizado su diseño en el soporte que brindan a la apliación primaria sobre la que se sustentan.
- *Control del usuario*. El usuario requiere en todo momento ser capaz por sí mismo de tomar sus propias decisiones y tener la certeza de conducirse por el documento aprendiendo, consultando o realizando aquella tarea que desee cuando y como quiera. Por ello el diseño global del documento ha de establecer los mecanismos necesarios que incluyan las perspectivas del usuario de amigabilidad y confort en el medio.
- *Mantenimiento*. Debido al carácter dinámico y de avance a través de versiones sucesivas de las aplicaciones software a las que dan soporte, el mantenimiento de los apoyos *online*, ha de estar basado en estrategias de

reingeniería del software, con perspectivas de reusabilidad de códigos en el refinamiento y extensión.

- *Seguimiento de modelos*. Siempre que sea posible, los diseñadores han de evitar construir sistemas que hagan a los usuarios operar de forma distinta y no cercana a la habitual en aplicaciones familiares.
- *Apoyo al apoyo*. Aunque los apoyos en línea han de ser sencillos de utilizar sin añadir otras capas de ayuda al manejo del sistema de apoyo, en ocasiones esto resulta dificil de obtener. Debe de ser simple y elegante de usar como el sistema de apoyo mismo. Si esto no es posible, es necesario una rigurosa revisión del sistema.
- *Consistencia*. Los materiales de soporte en línea han de guardan consistencia de una a otra pantalla, así como en todos sus parámetros de diseño, de manera que el usuario desarrolle un modelo mental sobre todas las áreas de la aplicación sobre la que está trabajando.
- *Organización*. Aunque inicialmente los apoyos online, tienen una estructura no lineal, siempre es necesario algún mecanismo de representación jerárquica y ordenada según uno o varios criterios.
- *Reversibilidad y rescate de un error*. Muchos usuarios experimentan con la información en línea, esta experimentación tiene un importante valor pedagógico que tiene serias implicaciones en diseñadores de soporte en línea. Esto hace así necesario la posibilidad de deshacer una tarea o de vuelta atrás en el sistema.
- *Metáforas y mapas*. Planificar el documento diseñando mecanismos en los que la gente entre, se mueva y salga del documento con plena capacidad de orientación y familiaridad.
- *Estética visual*. Un buen diseño estéticamente genera la satisfacción subjetiva del usuario.
- *Navegación*. Crear los recursos lógicos para el acceso y recorrido de la información, de manera que el usuario pueda seguirlos con facilidad, aprenderlos y recordarlos. Determinar los mecanismos a utilizar en cada caso: *scrolling*, paginado, *browsing*, índices, búsquedas...
- *Estructuras de retroalimentación y sensibles al contexto*. Incluir otras funcionalidades en el diseño tales como la posibilidad de anotaciones o *bookmarks*, además de facilitadores unidos al contexto.

2) Cuestiones de <u>diseño local</u>

- *Niveles de explicación*. Los diferentes contextos y objetivos requieren diferentes niveles de explicación y mecanismos de acceso en el mismo espacio de trabajo.
- *Boletines y listas de términos*. Mecanismos de estructuración de la información mediante niveles conceptuales o bien numeración de gran cantidad de términos ordenados según un criterio determinado, para su acceso.
- *Troceado*. Discretizar la información de modo que el diseño esté acoplado a los modos de acceso a la información del usuario, el procesado y el requerimiento de información adicional.
- *Marcadores Icónicos*. Elementos visuales que marcarán imformación relevante y asistirán a los lectores en el seguimiento de un tipo de información.
- *Puntos de enlace en el discurso*. Mediante indicaciones visuales, búsquedas de palabras... y todos aquellos mecanismos que permitan al usuario saltar de un párrafo al siguiente a través de conectores bien planificados.
- *Legibilidad de la tipografía*. Hacer el texto en pantalla legible, eligiendo oportunamente el tipo de letra, tamaño, color y suavizado afecta drásticamente los objetivos finales de los apoyos en línea. Es necesario por tanto incluir en las guías de estilo toda la información detallada al respecto.

- *Estructuración de cabeceras*. Resulta un punto importante en la estructura del documento en línea dotarlo de cabeceras con una descripción concisa y detallada de la información que precede, evitando la desorientación del usuario en la estructura hipermedial y contextual.
- *Espacios en blanco.* Aquellas áreas de la pantalla que no contienen texto, ayudan favorablemente a la estructuración de los contenidos.

Evaluación

Un objetivo común en el diseño de sistemas de apoyo en línea es el desarollo de sistemas usables, esto es, el que tengan un aspecto estéticamente atractivo, funcionalmente abordables, fáciles de usar y proporcionen además un mecanismo que cubra de manera sencilla el funcionamiento del sistema al que apoya. El cumplimiento de estos objetivos pasa inexorablemente por *tests* de usabilidad, ya abordados en anteriores capítulos (Cap. 4) ampliamente y que en éste concretraremos en los sistemas que aquí nos ocupan. Existen diferentes métodos de evaluación apropiados para desarrolladores de sistemas de soporte en línea, dentro de un procedimiento establecido en tres fases diferentes del desarrollo de los proyectos.

1) Procedimiento para la evaluación

   En general hay ocho pasos secuenciales para la evaluación de este tipo de sistemas

   - Formar el equipo de evaluación
   - Identificar los objetivos a evaluar
   - Seleccionar los métodos de evaluación
   - Desarrollar escenarios realistas
   - Alistar usuarios reales
   - Implementar la evaluación
   - Analizar los datos
   - Distribuir los resultados

2) Fases de evaluación

   - Evaluaciones en Fase Inicial. Determinar los Usuarios potenciales del sistema ayuda a los usuarios a explorar los intereses, deseos y preferencias de los usuarios reales, así como analizar como trabajan en otras aplicaciones similares, si existen. El análisis de tareas identifica el complejo rango de acciones que los usuarios deben llevar a cabo, así como subdividirlas en acciones y subacciones que los sistemas de apoyo en línea deberán documentar y discutir; finalmente el prototipado ofrece la oportunidad en las primeras fases de evaluar la planificación de los contenidos y su diseño para los sistemas de apoyo en línea [DIL92]. Son éstas, formas útiles de evaluación durante las fases de planificación y desarrollo inicial.
   - Evaluaciones en Fase Media. Análisis de protocolos [LEW82], donde se facilita que los usuarios verbalicen su experiencia, bien mientras utilizan los apoyos en línea o bien después, test de verificación [LIE92] que miden el grado de calidad con la que el usuario realiza una serie de tareas predeterminadas e informes contextuales [AND89] que examinan individualmente cómo distintos usuarios se adaptan a tareas en su propio entorno de trabajo. Son éstas, formas útiles de evaluación durante las fases de pre-beta y beta.
   - Evaluaciones en Fase Última. Revisiones de las preferencias del usuario contrastadas por especialistas en usabilidad, análisis competitivos, que ayudan a los desarrolladores a diferenciar sus sistemas de otros en el mercado y finalmente las aportaciones de los usuarios, que ayudan a los desarrolladores a comprender los requisitos del usuario a la vez que

sistemáticamente incrementan el contacto y realimentación. Son éstas, formas útiles de evaluación durante las fases post-beta y antes de que los sistemas de apoyo en líneas sean distribuidos a los clientes.

3) Métodos de evaluación

MEHLENBACHER ([MEH93], [SEL97]) describe comparativamente los nueve métodos de test de usabilidad, ver Tabla 5, más adecuados para ser empleados durante las fases inicial, media y última del ciclo de vida de los proyectos de desarrollo de apoyos en línea.

Método de test de usabilidad	**Ventajas**	**Inconvenientes**
Protocolos de hablar en voz alta	Identifica problemas conceptuales Descubre problemas que los usuarios generalmente olvidarían en otro tipo de entrevistas Proporciona datos ricos, de un limitado número de usuarios Produce datos de actitud, i.e, datos sobre como los usuarios se sienten mientras usan el sistema Pueden llevarse a cabo por tramos en un sistema inacabado o prototipo, permitiendo la evaluación iterativa	Necesita entornos artificiales de *test* debido a la presencia de un observador No permite medidas del tiempo o complejidad de datos en la tarea Produce datos muy ricos, difíciles de cuantificar Requiere abundante tiempo así como que el observador esté presente en cada uno de las pruebas de cada usuario
Sesiones grabadas en vídeo	Proporciona detallados datos visuales, como expresiones de la cara que pueden indicar frustración o insatisfacción Permite múltiples vistas de los promedios de la experiencia de los usuarios con el sistema	Requiere el uso de equipos caros e instalaciones de laboratorio Necesista sesiones de uno-en-uno
Entrevistas	Basadas en sesiones de entrevistas centradas en aspectos específicos de los sistemas de apoyo que son probados Obtinene conocimiento tácito del usuario Permite a los encuestados indicar cuestiones y problemas que ellos tienen con el sistema	Predispone a los realizadores del *test* a focalizarlo en elementos del sistema que puedan ser o no críticos en la satisfacción del usuario Consumo de tiempo para realizarlo
Aportaciones de los usuarios	Económico de administrar Puede realizarse rápidamente Mantiene el anonimato del encuestado Genera gran cantidad de datos	Basados en reconstrucción de datos (experiencia del usuario relativos a problemas con el sistema) Predispone hacia vías de respuesta, i.e., situaciones donde resulta difícil decir si los

		encuestados son representativos.
Sistema de Benchmark	Proporciona gran cantidad de datos Estandariza las características y las técnicas de los sistemas de evaluación Tienen unos buenos antecedentes establecidos por evaluadores de harware y software	Centrados en la velocidad de los sistemas más que en otras variables como la satisfacción del usuario, la habilidad para desempeñar tareas críticas... Dependen de la aplicación uniforme de principios de diseño efectivo de sistemas (entre plataformas y tipos de sistemas)
Técnica del Mago de Oz	Generan datos orientados a las tareas Permiten a los desarrolladores estudiar el comportamiento en sistemas prototipo Comienzan la generación de la documentación de usuario y utilizan las reacciones del usuario a las nuevas tecnologías	Requieren un sofisticado equipamiento Tienen lugar en un ambiente artificial (Laboratorio)
Interacción guiada	Generan datos orientados a las tareas Simulan la interación persona-ordenador en una situación de interacción persona-persona Proporcionan a los diseñadores retroalimentación en fases tempranas del ciclo de desarollo	Requieren un sofistacado equipamiento Tienen lugar en un ambiente artificial (Laboratorio) Suponen la existencia de sistemas expertos
Beta-Testing	Generan datos válidos Requieren un bajo mantenimiento, a menos que los desarrolladores del sistema busquen activamente realimentación y consultas de diseño	Tienden a centrarse en recopilar la datos de sistemas que están completa o parcialmente completos, tomando la información en fases tardías de ciclo de desarrollo Producen datos difíciles de generalizar

Tabla 5 Métodos para evaluar la usabilidad de sistemas de soporte Online (basado en [MEH93])

4 Requisitos de los apoyos en línea desde el punto de vista del usuario

Es importante analizar desde el punto de vista del usuario ciertas características que han de tener los sistemas de apoyo en línea para aprovechar su utilidad al máximo ([BRO90] ,[KEA98]):

- **Disponibilidad**. El usuario ha de poder acceder a la ayuda en cualquier momento de la interacción en el sistema sin tener que salir de la aplicación.
- **Disponibilidad**. El usuario ha de poder acceder a la ayuda en cualquier momento de la interacción en el sistema sin tener que salir de la aplicación.
- **Precisión y detalle**. Sobra decir que la ayuda de un sistema ha de ser precisa y detallada, de modo que uno de los problemas más importantes para conseguirlo es la constante actualización de las versiones de software. No obstante, si el comportamiento actual del sistema no está ligado al de la aplicación, el usuario se desilusionará con la ayuda. Ésta, además ha de cubrir todo el sistema ya que si el usuario no la encuentra disponible en un tema concreto puede quedar decepcionado. Además, hay que tener en cuenta que, cuando se efectúa el diseño, no se conoce qué partes de la ayuda serán las más utilizadas.
- **Consistencia**. Una cuestión muy importante es que todas las partes de la ayuda y la documentación han de ser consistentes en términos de contenidos, terminología y estilo. Es evidente que la consistencia tiene un refuerzo en la presentación.
- **Robustez**. Los sistemas de ayuda se utilizan muchas veces cuando el usuario se encuentra en dificultades, por ejemplo cuando del sistema no se comporta correctamente. Por tanto, es importante que aquí sigan robustos, especialmente en aquellos casos en que las aplicaciones no se comportan correctamente.
- **Flexibilidad**. Muchos sistemas de ayuda son rígidos porque muestran siempre el mismo mensaje, independientemente de la experiencia de la persona que busca la ayuda, o bien no tienen en cuenta el contexto en que ésta trabaja. Un sistema de ayuda flexible permite que los diferentes tipos de usuarios interaccionen de una manera apropiada según sus necesidades. Toda esta cuestión forma parte de las ayudas inteligentes y adaptativas [BRU01], hay técnicas que mejoran la flexibilidad de la ayuda, por ejemplo las que hacen uso del hipertexto [PAT99].
- **No obstructiva**. Es evidente que es muy importante que la ayuda no se interponga en el uso normal de la aplicación.

	Ayuda	**Documentación**	**Tutoriales**
Usuarios	Experto	Intermedio	Novato
Objetivos	Instatáneo/ corto-plazo	Medio/ corto-plazo	Amplio/ largo-plazo
Marco espacio/tiempo	Interno/ interferido	Interno/ paralelo	Externo/ acompasado

Tabla 6 Encuadre retórico de los sistemas de apoyo en línea (basada en [SEL96], [SEL97])

Los diseñadores deben considerar detalladamente las necesidades de los usuarios ([CHE89], [SEL96], [SEL97]), incluyendo sus experiencias previas y habilidades, sus objetivos a largo y medio plazo y los entornos en los que estos trabajan para realizar un diseño centrado en las tareas del usuario.

Conclusiones

A lo largo de este capítulo hemos intentado reflejar la importancia que tiene el dotar cualquier desarrollo software de un soporte en línea al usuario adecuado y cómo su tratamiento e integración ha de ir unido a la planificación y desarrollo del software desde las primeras fases del diseño.

El soporte al usuario ha de cumplir una serie de características de facilidad de acceso, simplicidad en la búsqueda de la información, consistencia y robustez, lo que permitirá que la interacción del usuario con la aplicación sea intuitiva y brinde un entorno amigable de trabajo.

Un aspecto fundamental y una perspectiva de futuro en este campo, consiste en dotar a esta serie de soportes de una característica inteligente, con un comportamiento tutor o asistente, fundamentalmente a través de agentes, que permita ofrecer a las herramientas aspectos de flexibilidad y adaptabilidad al usuario.

Actividades de recapitulación

1) Planificar un esquema de contenidos de un manual que tratará sobre cómo escribir con un lápiz. Suponer que el usuario no tiene ninguna experiencia.
2) Escribir un manual de una página para preparar una taza de café. Suponer que el usuario no tiene experiencia pero puede reconocer una taza, una cafetera, una cuchara, etc. Una vez confeccionada, intercambiar el manual con un compañero. Analizando el manual del compañero determinar si contiene suficiente información para preparar la taza de café. Discutir mejoras y realizar la versión definitiva del manual.
3) Buscar una aplicación en la que la única manera de aprender la utilización sea con la ayuda en línea. ¿Existe suficiente información para hacer uso de la aplicación, resulta sencillo trabajar, qué mejoras sugerirías?
4) Buscar páginas web que tengan contemplados aspectos de adaptación al usuario, ¿Que técnicas utilizan?, ¿Cómo mejoran la calidad de la navegación y el acceso a los contenidos? y ¿Qué otras características se podrían tener en cuenta?
5) Explicar las diferencias más significativas entre un sistema de ayuda y un tutorial. ¿Qué hace un sistema si un usuario necesita ayuda frecuentemente de una determinada función? y ¿Qué crees que debería hacer?
6) Comparar y contrastar un tutorial en línea con el manual de usuario en papel de cualquier software que incorpore ambos.
7) Numerar una serie de diferencias fundamentales entre la ayuda en línea y documentación en línea.

Referencias

[AAR87] AARONSON A., y CARROLL J. M. «Intelligent help in a one-shot dialog: a protocol study» en *CHI + GI'87 Conference Proceedings: Human Factors in Computing Systems and Graphics Interface* (CARROLL J. M. y TANNER P. P., eds.), pág. 163-168. ACM Press, Nueva York, NY, 1987

[AND89] ANDERSON R. «Notes about some experiencies with contextual research» en *SIGCHI Bulletin*, núm. 20, vol. 4, pàg. 29-30, 1989

[BRO90] BROCKMANN R. *The documentation problem. Part I of writing better computer user documentation: from paper to hypertext*, Version 2.0. Wiley, Nueva York, NY, 1990

[BRU01] BRUSILOVSKY P. «Adaptive hypermedia. User modeling and user adapted» en *Ten Year Anniversary Issue* (KOBSA A., ed.), núm. 11, vol. 1/2, pág. 87-110, 2001

[CHE89] CHERRY J. M. y JACKSON S. R. «Online help: effects of content and

writing style on user performance and attitudes» en *IEEE Transactions on Professional Communication*, núm. 32, vol. 4, pág. 294-299, 1989

[COH85] COHILL A. y WILLIGES R. «Retrieval of help information for novice users of interactive computer systems» en *Human Factors*, núm. 27, vol. 3, pàg. 335-343, 1985

[COH87] COHEN N. «Online documentation: not the only solution» en *34th International Technical Communication (ITCC) Conference*, pág. 64-66. Society for Technical Communication (STC), Arlington, VA, 1987

[DRE92] DREWIEN R. «Comprehensible complexity: using CASE tools and techniques to builddocumentation» en *38th International Technical Communication (ITCC) Conference* (GRICE R. A. ed.), pág. 23-26. Society for Technical Communication (STC), Arlington, VA, 1992

[DIL92] DILLARD J. D. «Maximizing documentation usability and product quality through structured rapid prototyping» en *38th International Technical Communication (ITCC) Conference* (GRICE R. A. ed.), pág. 119-122. Society for Technical Communication (STC), Arlington, VA, 1992

[DUB93] DUBIE W. «Learning in cyberspace: on-line documentation and the technical writer» en *INTERCOM*, vol. 12, pág. 4-5. Society for Technical Communication (STC), Arlington, VA, 1993

[DUF89] DUFFY T., MEHLENBACHER B. y PALMER J. «The evaluation of: a conceptual model» en *The Society of Text: Hypertext, Hypermedia, and the Social Construction of Reality* (BARRETT E., ed.), pág. 362-387. MIT Press, Cambridge, MA, 1989

[DUF92] DUFFY T., PALMER J. y MEHLENBACHER B. *Online help systems: design and evaluation*. Ablex, Norwood, NJ, 1992

[DUF93] DUFFY T., PALMER J. y MEHLENBACHER B. *Online help systems: theory and practice*. Ablex, Norwood, NJ, 1993

[HOR94] HORTON W. K. *Designing and writing online documentation: hypermedia for self-supporting products*, 2ª edición. Wiley, Nueva York, NY, 1994

[KEA98] KEARSLEY G. *Online help systems: design and implementation*. Ablex, Norwood, NJ, 1998

[LEW82] LEWIS C. *Using the "think-aloud" method in congnitive interface*, report-9265-40713, pág. 1-6. IBM Thomas J. Watson Research Center, Yorktown Heights, NY, 1982

[LIE92] LIEBRIED K. H. y MCNAIR C. J. *Benchmarking: a tool for continuous improvement*. Harper Collins, Nueva York, NY, 1992

[MEH93] MEHLENBACHER B. «Software usability: choosing appropriate methods for evaluating online systems and documentation» en *SIGDOC 93: The 11th Annual International ACM SIGDOC Conference Proceedings*, pág. 209-222. ACM Press, Nueva York, NY, 1993

[PAT99] PATERNO F. y MANCINI C. «Designing web user interfaces adaptable to different types of use» en *Proceedings of Museums and the Web*, 1999

[RAC01] RACINE S. J. y CRANDAL I. B. «Retrieving product documentation online» en *Technical Communication*, núm. 48, vol. 1, pág. 31-41, 2001

[SEL96] SELBER S. A., JOHNSON-EILOLA J. y MEHLENBACHER B. «Online support systems» en *ACM Computing Surveys*, núm. 28, vol. 1, pág. 197-200, 1996

[SEL97] SELBER S. A., JOHNSON-EILOLA J. y MEHLENBACHER B. «Online support systems: tutorials, documentation and help» en *The Computer Science and Engineering Handbook* (TUCKER A. B. Jr., ed.), pág. 1619-1643. Boca Raton, FL, 1997

[SHN98] SHNEIDERMAN B. *Designing the user interface*, 3ª edición. Cap. 12: «Printed Manuals, Online Help, and Tutorials». Addison-Wesley, 1998

[TOM99] TOMASI M. D. y MEHLENBACHER B. «Re-engineering online documentation: designing examples-based online support systems» en *Technical Communication*, núm. 46, vol. 1, pág. 55-66, 1999

Bibliografía

BARKER T. *Writing software documentation: a task-oriented approach.* Allyn and Bacon, Boston, MA, 1998

BECHTEL B. *Hypertext: concepts, systems and applications*. 1990

BREMER M. *The user manual manual: how to research, write, test, edit and produce a software*. 1999

BROCKMAN R. J. *Writing better computer user documentation: from paper to hypertext*. John Wiley and Sons, Nueva York, NY, 1990

HACKOS J. y DAWN S. *Standards for online communication: publishing information for the internet/world wide web/help systems/corporate intranets.* John Wiley and Sons, Nueva York, NY, 1997

HORTON W. K. *Designing and writing online documentation: help files to hypertext*. John Wiley and Sons, Nueva York, NY, 1990

HORTON W. K. *Illustrating computer documentation: the art of presenting information graphically on paper and online*. Wiley, Nueva York, NY, 1991

MARCUS A. *Graphic design for electronic documents and user interfaces*. ACM Press, Addison-Wesley, Nueva York, NY, 1992

PREECE J. *Human computer interaction*, cap. 15. Addison-Wesley, 1994

ROSENFELD L. y MORVILLE P. *Information architecture for the world wide web.* O'Reilly and Associates, Cambridge, MA, 1998

SCHRIVER K., HAYES J. R. y LANGSTON M. D. «The design of information for computer users: a review of the literature on hardcopy and online documentation» en *Designing computer documentation: a review of the relevant literature* (SCHRIVER. K. A., ed.). Communications Design Center Technical Report núm. 31, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA, 1986

SCHRIVER K. *Dynamics in document design*. John Wiley and Sons, Nueva York, NY, 1997

STANSBERRY D. *Labyrinths: the art of interactive writing y design*. Wadsworth Publishing Company, Nueva York, NY, 1998

WOODHEAD N. *Hypertext and hypermedia: theory and applications*. Addison-Wesley, 1990

Revistas recomendadas

- Communications of the ACM.
  http://www.acm.org/cacm/
- ACM Conference on Hypertext.
  http://www.informatik.uni-trier.de/~ley/db/conf/ht/
- Human-Computer Interaction.
  http://hci-journal.com/

- IEEE Transactions on Professional Communication.
  http://www.ieee.org/organizations/pubs/transactions/tpc.htm
- International Journal of Human-Computer Interaction.
  http://www.erlbaum.com/Journals/journals/IJHCI/ijhci.htm
- International Journal of Human-Computer Studies (IJHCS).
  http://www.hcirn.com/res/period/ijhcs.html
- Journal of Computer-Based Instruction.
- SIGCHI Bulletin.
  http://www.acm.org/sigchi/bulletin/
- Technical Communication.
  http://www.techcomm-online.org/
- The Journal of Computer Documentation.
  http://www.acm.org/sigdoc/journal.html

Enlaces interesantes

www.acm.org/sigdoc/

SIGDOC (***S****pecial* ***I****nterest* ***G****roup for* ***DOC****umentation*) es un grupo de interés dentro de ACM- una sociedad de profesionales senior de la comunicación. Sus miembros pertenecen a todas aquellas disciplinas tanto científicas como técnicas, en las que bien crean documentación para un colectivo informático o bien aquellos que utilizan los ordenadores para crear documentación en cualquier medio y estilo.
SIGDOC además es esponsor de los premios anuales para personas y organizaciones para contribuciones en el campo de la documentación informática.

www.stc.org/

La **STC** (***S****ociety for* ***T****echnical* ***C****ommunication*), constituye una asociación constituída por miembros individuales y dedicada al avance de las artes y las ciencias en la comunicación técnica_ es la mayor organización de este tipo en el mundo, compuesta por 25.000 miembros entre escritores técnicos, editores, diseñadores gráficos, artistas multimedia...

www.stcsig.org/oi/www.html

Este SIG de Información *Online* es un foro donde profesionales de la comunicación técnica comparten ideas y conceptos relativos al desarrollo y estructura de la información *online*.

web.mit.edu/tps/www/NL/SIGDOC_WWW/journal.html

La JCD (***J****ournal of* ***C****omputer* ***D****ocumentation*), revista de documentación computacional. Esta publicación cuatrimestral de SIGDOC (ISSN 1527-6805) constituye una referencia viva de artículos originales y clásicos reimpresos, siempre acompañados de debates abiertos, trabajos detallados y revisiones comparativas de libros.

www.acm.org/siglink/

SIGWEB soporta el campo multidisciplinar del hipertexto e hipermedia, facilitando su aplicación tanto en a la World-Wide-Web, así como en entornos independientes o distribuidos. Proporciona un foro de promoción, diseminación e intercambio de ideas relativas a la investigación y desarrollo entre científicos, diseñadores de sistemas y usuarios finales.

www.w3.org

El W3C (*The* ***W****orld* ***W****ide* ***W****eb* ***C****onsortium*) desarrolla tecnologías interoperables (especificaciones, guías, software y herramientas) que permiten el desarrollo de la Web a su máximo potencial como un foro de información para información, comercio, comunicación y conocimiento colectivo. En este sitio web se encuentran noticias W3C así vínculos sobre tecnologías W3C y desarrollos.

developer.apple.com/techpubs/macosx/Essentials/AquaHIGuidelines/index.html

Esta dirección contiene la documentación que describe como diseñar cualquier aplicación para el interfaz de usuario de Mac OS X, conocida como Aqua. Incluye las guías de estilo y pautas relacionadas con la interacción persona-computador en el tratamiento de ayudas en línea y ayuda contextual.

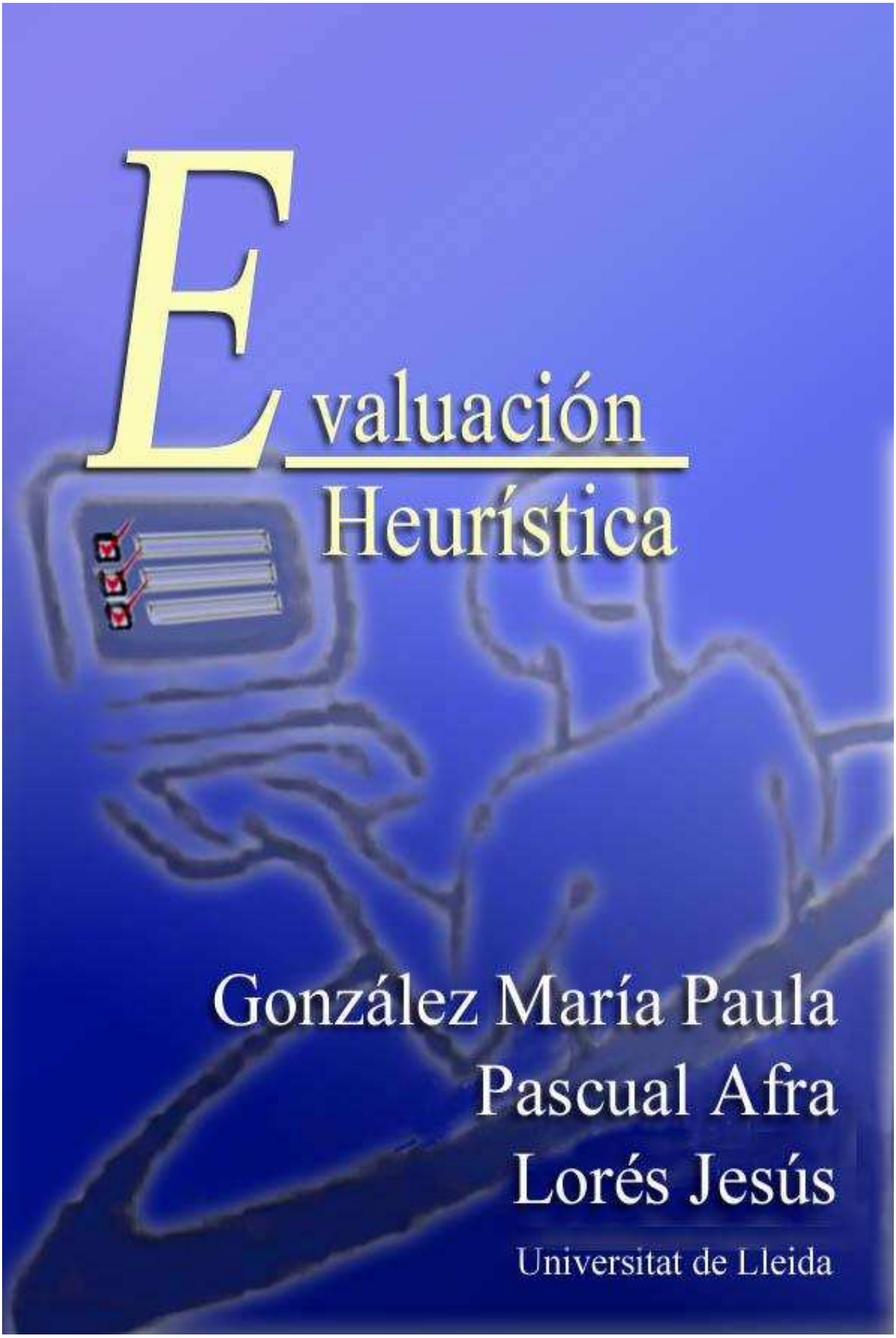
http://www.nmsu.edu/techprof/

TECHPROF constituye una fuente de recursos para profesionales de la comunicación técnica. Incluye bibliografía, materiales y Links relacionados.

http://www.openarchives.org/documents/index.html

La **OAI** (***O****pen* ***A****rchives* ***I****nitiative*), desarrolla y promueve los estándares de interoperabilidad que facilitan la eficiente diseminación de contenido, principlamente en documentos electrónicos.

Evaluación Heurística



González María Paula
Pascual Afra
Lorés Jesús
Universitat de Lleida

Evaluación Heurística

María Paula González, Jesús Lorés, Afra Pascual

Objetivos 2
1. Introducción 2
2. Definición de Evaluación Heurística 3
3. El concepto de Principio Heurístico 4
4. Pasos de una Evaluación Heurística 26
5. Conclusiones 35
Referencias 35

Objetivos

Este capítulo tiene como objetivo:

- Introducir a la metodología de la Evaluación Heurística
- Presentar el concepto de Principio Heurístico desde una amplia base bibliográfica
- Describir los pasos de una Evaluación Heurística
- Brindar un ejemplo práctico de una Evaluación Heurística

1. Introducción

Este Capítulo presenta un método de evaluación de la usabilidad por inspección denominado *Evaluación Heurística*. La Evaluación Heurística consiste en verificar la calidad de una serie de principios llamados Principios Heurísticos o simplemente "heurísticas" previamente establecidos. Es llevada a cabo por evaluadores expertos en usabilidad que actúan imitando las reacciones que tendría un usuario promedio al interactuar con el sistema que se este evaluando. A continuación, la Sección 2 presenta a la Evaluación Heurística definiéndose el concepto de heurística y describiéndose las principales características, el objetivo y la potencialidad de esta metodología. Se presentan las principales ventajas y desventajas de esta metodología y se muestran contradicciones encontradas en diversos autores en cuanto a su eficiencia y su efectividad. Seguidamente, la Sección 3 detalla el concepto de Principio Heurístico y presenta distintas corrientes metodológicas que plantean fundamentos teóricos alternativos y complementarios para su definición. A continuación, la Sección 4 describe los diferentes pasos incluidos en una Evaluación Heurística: su Planificación, su Puesta en Marcha y por último, el Análisis de los resultados obtenidos tras la inspección.

En relación a la Planificación de una Evaluación Heurística, en la Sección 4.1 se discute el tipo de perfil y la cantidad de evaluadores óptimos según distintas corrientes bibliográficas estudiadas. También se describe el proceso de traducción que permite transformar a los Principios Heurísticos generales presentados en la Sección 2 en preguntas heurísticas adecuadas para la evaluación de la interfaz de un sistema interactivo particular. Se plantea la importancia de establecer también la escala de valores que se utilizará para la posterior ponderación de cada pregunta heurística considerando a esta selección desde el punto de vista de la llamada Usabilidad Transcultural. Al final de la Sección 4.1 se detalla que tipo de

documentación debería obtenerse al concluir esta etapa de la Evaluación Heurística enfatizándose las ventajas de contar con plataformas de software que actúen como gestores de todo el proceso posterior. A modo de ejemplo, el software UsabAIPO-GestorHeurística es presentado y descrito. Con respecto a la Puesta en Marcha de una Evaluación Heurística, la Sección 4.2 analiza los pasos sugeridos por los creadores de la metodología. Se enfatiza la importancia de minimizar la influencia de factores externos en el proceso de inspección y se detalla que tipo de actividades serán seguidas por cada uno de los evaluadores involucrados. En cuanto al Análisis de resultados de la Evaluación Heurística, la Sección 4.3 describe el procesamiento cuantitativo y cualitativo al que pueden someterse los datos obtenidos. En este sentido se entiende a ambos tipos de procesamiento como complementarios y no excluyentes. Finalmente, la Sección 5 presenta las conclusiones de este Capítulo.

2. Definición de Evaluación Heurística

La palabra *heurística* procede etimológicamente de la palabra griega "euriskein" que procede de "eureka", un vocablo que significa hallar o encontrar. Este vocablo fue exclamado por Arquímedes en un famoso episodio sin bases históricas. El diccionario de la Real Academia Española define a la palabra "heurística" como:

- Técnica de la indagación y del descubrimiento.
- Busca o investigación de documentos o fuentes históricas.
- En algunas ciencias, manera de buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas, etc.

Partiendo de la definición anterior, la Interacción Persona Ordenador (IPO) presenta a la Evaluación Heurística (EH) como un método de evaluación de la usabilidad por inspección que debe ser llevado a cabo por evaluadores expertos a partir de unos principios (denominados "heurísticos") previamente establecidos. Por ser una técnica de evaluación de la usabilidad, la EH tiene como objetivo el medir la calidad de la interfaz de cualquier sistema interactivo en relación a su facilidad para ser aprendido y usado por un determinado grupo de usuarios en un determinado contexto de uso [ISO98, UNET06].

La metodología de la EH fue presentada inicialmente por Nielsen y Molich [MOL90]. Esta metodología consiste en analizar la conformidad de la interfaz con unos principios reconocidos de usabilidad (la "heurística") mediante la inspección de varios evaluadores. Los autores [MOL90] solo plantearon que los evaluadores deberían poseer algún conocimiento sobre los principios de la usabilidad. Más tarde, autores como [JEF91] postularon que la EH sería más efectiva cuando los evaluadores fueran expertos en usabilidad. Cabe destacar que estos evaluadores intentan ponderar a la interfaz que esta siendo evaluada en función de lo que creen que será la percepción de usuarios de distintos perfiles. Es por ello que frente a otros métodos que enfatizan la realización de tareas (como es el caso del método del Recorrido Cognitivo [WRLP94, GPL04]), la EH inspecciona problemas potenciales, ya que el evaluador predice los errores que el usuario real podrá tener cuando interaccione con la interfaz del sistema que se esta evaluando.

Una característica fundamental de la EH es su bajo coste, aunque el mismo puede variar dependiendo del número de evaluadores que se incluya en el proceso. Varios

autores sostienen que la EH es barata, intuitiva y que esto motiva a la gente a utilizarla [MOL90, MUL98, LAI04]. De hecho, la EH no requiere una larga planificación para realizarse y puede usarse en las etapas iniciales del proceso de desarrollo de sistemas, siempre que se disponga de un prototipo a evaluar. Según [NIE94], el método de la EH detecta aproximadamente un 42 % de los problemas graves de diseño y un 32 % de los problemas menores, dependiendo del número de evaluadores que revisen el sitio. Sin embargo, según nuestra opinión, este tipo de afirmaciones no pueden sostenerse en la actualidad, ya que la Ingeniería de la Usabilidad ha avanzado considerablemente en la última década, por lo que el contexto actual es mucho mas favorable que el que podía observase en el año 1994 (más conocimiento sobre la metodología de la EH, más madurez y experiencia en la evaluación de la usabilidad, nuevos modelos de desarrollo de sistemas propios de la Ingeniería de la Usabilidad, evaluadores más capacitados, más fuentes bibliográficas, mayor madurez científica y metodológica en la disciplina de la IPO).

En realidad, la potencialidad de la EH para detectar problemas de usabilidad en un determinado sistema interactivo depende en gran medida de las heurísticas que se hayan definido para efectuar la inspección de la interfaz de dicho sistema interactivo [DR99]. A continuación se presenta en más detalle el concepto de heurística detallándose brevemente distintas corrientes metodológicas que plantean fundamentos teóricos alternativos y complementarios para su definición.

2.1. Ventajas y Desventajas de la Evaluación Heurística

La EH ha sido presentada por J. Nielsen como un método de la denominada Ingeniería de la Usabilidad de Descuento (Discount Usability Engineering) en [Nie99]. En este trabajo Nielsen defiende que la EH es menos costosa que otros métodos para la evaluación de la usabilidad ya que requiere, relativamente, pocos recursos y disminuye el costo asociado a la producción de software. En general, las principales ventajas y desventajas de la EH son las siguientes (información basada en material encontrado en la web "Usability Body of Knowedge", consultada en julio del 2006 en http://www.usabilitybok.org/methods/p275):

Ventajas de la Evaluación Heurística:

- Es económica en comparación con otros métodos de evaluación de la usabilidad [NIE90]
- Es intuitiva y es fácil motivar a los evaluadores potenciales a que la utilicen[NIE90]
- No requiere planificación por adelantado [NIE90].
- Los evaluadores no necesitan ser expertos en usabilidad. Por ejemplo, en [NIE90] y [NIE92] se presentan EH realizadas por profesionales de las Ciencias de la Computación como programadores y estudiantes de Informática.
- Puede ser utilizada en etapas tempranas del proceso de desarrollo de sistemas, siempre que se cuente con un prototipo a evaluar [NIE90].
- Tiempo de procesamiento menor que los teste de laboratorio [KR97]. Cabe destacar que esta última ventaja puede disminuir su importancia

debido a los avances y mejoras en las metodologías de evaluación de la usabilidad con testeos de laboratorio que se han producido desde el año 1997 a la fecha.

Desventajas de la Evaluación Heurística:

- Según la descripción original de la metodología propuesta en [NIE90], los evaluadores deben conocer los principios de la usabilidad. Pero más tarde, J. Nielsen probó que los evaluadores expertos en usabilidad detectaba mayor cantidad de problemas de usabilidad que los no expertos, y que los evaluadores "doblemente expertos" (expertos en usabilidad que además poseen experticia en el contexto de uso al cual pertenece el sistema que se desea evaluar) detectan aún mayor cantidad de problemas de usabilidad [NIE92]. Esto supone una desventaja por la alta capacitación requerida para los evaluadores si se desea optimizar la detección de problemas de usabilidad con la metodología de la EH.
- Es recomendable que la EH sea realizada por mas de un evaluador porque una sola persona no detectará la totalidad de los problemas de usabilidad del sistema que se esta evaluando [NIE90]
- La EH puede no identificar tantos atributos relacionados con la usabilidad como otras metodologías, por ejemplo las metodologías por testeo [NIE89]. Sin embargo, en nuestra opinión esta desventaja también esta presente en otras metodologías y puede minimizarse si se estructura a los pasos de la EH tal como se muestra en la Sección 4.
- La EH puede identificar mayor cantidad de problemas de usabilidad menores y menor cantidad de problemas de usabilidad mayores que la mitología del Thinking-Aloud [JD92].
- La EH puede resultar difícil de ejecutar si la interfaz que se evalúa es muy compleja. En este tipo de interfaces un grupo pequeño de evaluadores no puede detectar la mayoría de los problemas de usabilidad de alta importancia [SC99]
- La EH no siempre sugiere de manera fácil o clara soluciones para las características que son identificadas. Además, debe tenerse en cuenta el sesgo asociado a la subjetividad de los diferentes evaluadores [NIE90]
- En una EH tradicional los evaluadores solo emulan el comportamiento de los usuarios son usuarios reales [KR97]
- La EH puede tender a reportar falsas alarmas (problemas que son detectados en la aplicación pero que no corresponden en realidad a problemas de usabilidad) [JEF94]

A pesar de que las principales ventajas y desventajas de la EH han sido ampliamente discutidas por autores, se observa un cierta falta de consenso en varios de los trabajos consultados. A continuación presentaremos cuatro ejemplos que se muestran en la web "Usability Body of Knowedge" (consultada en julio del 2006 en http://www.usabilitybok.org/methods/p275). Un primer ejemplo que ilustra tras contradicciones relacionadas con las ventajas y desventajas de la EH se presenta en [JMWU91]. En este trabajo los autores comparan la efectividad de diferentes métodos de evaluación incluyendo a la EH. Primeramente, estos autores postulan que la EH identifica más problemas de usabilidad que otras metodologías incluidas en su estudio (como los Test de Usabilidad, las Guías de Revisión o los Recorridos Cognitivos) si los resultados de cada uno de los evaluadores (a los cuales considera solo como personas con experiencia en usabilidad en contraposición con la metodología original presentada en [NIE90]) son comparados y compilados en un solo informe de usabilidad (tal como se propone en la Sección

4.3 del presente Capítulo). Sin embargo, más adelante los autores sostienen que aunque la EH detecte mas problemas de usabilidad que los Test de Usabilidad, la severidad de los problemas detectados con la EH es menor que la severidad de aquellos detectados con los Test de Usabilidad.

Un segundo ejemplo puede observase en [DKA92]. En este caso, los autores muestran que los evaluadores expertos identifican más problemas de usabilidad que los evaluadores no expertos, y que los evaluadores "doblemente expertos" [NIE92] aún detectan más problemas de usabilidad que los expertos. Sin embargo, mas adelante explican que incluir evaluadores "doblemente expertos" es demasiado costoso por lo que recomiendan la inclusión de evaluadores expertos sin especificar el decremento en la efectividad de la metodología. Un tercer ejemplo más actual puede verse en [CW02]. En este tercer caso, los autores revisan las metodologías de la Ingeniería de la Usabilidad de Descuento desde el punto de vista del costo-beneficio. Por un lado, estos autores señalan que los problemas reales de usabilidad de un determinado sistema se detectan a partir de una compleja interacción entre un usuario y ese sistema. En este sentido, el trabajo de [CW02] sostiene que los métodos de descuento, como la EH, son demasiado simples para evaluar de manera adecuada esa compleja interacción. Contradictoriamente, en el mismo trabajo se concluye que los métodos de descuento son tan buenos para detectar errores de usabilidad que sus beneficios sobrepasan de sobremanera a sus costos.

Finalmente, un cuarto ejemplo que ilustra tras contradicciones relacionadas con las ventajas y desventajas de la EH se presenta en[MDJ05]. En este trabajo se comparan diferentes metodologías de evaluación de la usabilidad (entre ellas la EH) aplicadas al sitio web del Hotel Pennsylvania en Nueva York (www.hotelpenn.com) durante el año 2003 por 17 equipos de evaluación de la usabilidad diferentes. Uno de los 17 equipos utilizó la técnica tradicional de la EH tal como se presenta en [NIE90]. Dentro de las conclusiones de [MDJ05] se sostiene que: a) no se produjeron falsas alarmas en relación a los problemas de usabilidad detectados por los evaluadores, conclusión que se contradice con la afirmación dentro del mismo trabajo que advierte sobre las falsas alarmas provocadas por la EH y; b) los evaluadores expertos identificaron la misma proporción de problemas de usabilidad muy severos y poco severos que los Testeo de Usabilidad, conclusión que se contradice con la afirmación anteriormente indicada en el mismo trabajo acerca de la mayor eficiencia de las evaluaciones realizadas por expertos sobre la menor eficiencia de las evaluaciones realizadas por medio de un testeo.

3. El concepto de Principio Heurístico

La Heurística, también conocida como denominada Principio Heurístico (PH) o criterio heurístico, trata de aplicar normas conversacionales a la interacción entre una persona a un sistema: su objetivo es intentar crear un "puente comunicacional" en el que tanto la persona como el sistema se entiendan y trabajen juntos en pos de un objetivo a alcanzar. Estas reglas empíricas generales son utilizadas dentro de la planificación de una HE como punto de partida para la creación de una lista de comprobación de ítems que posteriormente utilizará el evaluador experto dentro de la puesta en marcha de la evaluación. De esta manera, esas reglas generales son adecuadas a cada caso concreto de evaluación para reflejar en los ítems a evaluar la naturaleza y tipo de interfaz a evaluar y el contexto de uso de la misma. Los PHs pueden servir para varios propósitos:

- Guían a diseñadores durante el proceso de diseño.

- Ayudan a los evaluadores a identificar problemas en las interfaces de usuario, comprobando que las reglas de usabilidad se respeten.
- Explican problemas de usabilidad observados,
- Dan pautas sobre porqué los usuarios cometen determinados errores.

Muchos autores han publicado PH para interfaces de usuario. En el año 1986 Schneiderman publicó las "ocho reglas de oro" del diseño de interfaces y posteriormente diversos autores desarrollaron listados similares de PHs basados en problemas observados de usabilidad. A continuación se detalla en orden cronológico una selección de los más relevantes:

3.1. Las 8 reglas de oro de Ben Schneiderman

En el año 1986, Ben Schneiderman presenta sus "Ocho reglas de oro para el diseño de Interfaces" (Por más información consultar en http://www.cs.utexas.edu/users/almstrum/cs370/elvisino/rules.html). En la actualidad, esas ocho reglas de oro son entendidas como PHs generales que pueden guiar tanto el diseño como la evaluación de la usabilidad de un sistema interactivo. Es evidente que, tal como se explica anteriormente, para llevar a cabo una EH concreta deben traducirse estas ocho reglas de oro a una lista de ítems plausibles de ser evaluados en relación a una determinada interfaz concreta. Las ocho reglas de oro de Schneiderman son:

Esforzarse por la consistencia: Las secuencias constantes de acciones se deben repetir en situaciones similares; la misma terminología se debe utilizar en avisos, menús, y pantallas de la ayuda; y los comandos constantes se deben emplear en todas partes del mismo modo.

Crear atajos para los usuarios frecuentes: cuando la frecuencia de uso aumenta, los usuario agradecen reducir el número de interacciones. Las abreviaturas, los comandos ocultos, y las macro son muy útiles para un usuario experto.

Ofrecer feedback: Para cada acción del usuario, debe haber una cierta regeneración del sistema. Para las acciones frecuentes y de menor importancia, la respuesta puede ser modesta, mientras que para las acciones infrecuentes e importantes, la respuesta debe ser más substancial.

Diseñar el diálogo para mostrar trabajo pendiente: Las secuencias de acciones se deben organizar en grupos con un inicio, un medio y un final. La regeneración informativa en la terminación de un grupo de acciones da a usuarios la satisfacción de la realización, y una indicación clara para prepararse para el grupo siguiente de acciones.

Ofrecer una gestión sencilla de los errores: Tanto como sea posible, el sistema ha de estar diseñado para que el usuario no puede causar un error grave. En el caso que ocurra un error, el sistema debe poder detectar el error, y ofrecer mecanismos para poder recuperarse o manejar el error.

Permitir una fácil recuperación de acciones: Esta característica ofrece tranquilidad al usuario, puesto que sabe que los errores pueden ser deshechos; anima así la exploración de opciones desconocedoras. La recuperación puede ser una sola acción, una entrada de datos, o un grupo completo de acciones.

Soportar el control por el usuario: Los usuarios experimentados desean tener el control total del sistema y que el sistema responda a sus acciones. El diseño del sistema debe responder a las acciones del usuario, y que estos

sean los iniciadores de las acciones, no solo los que respondan a acciones del sistema.

Reducir la carga de memoria reciente en el usuario: La limitación humana del tratamiento de la información en memoria a corto plazo requiere que lo que se muestra por pantalla sea simple.

3.2. Principios heurísticos de Molich y Nielsen

En el año 1990 R. Molich y J. Nielsen acuñaron una serie de PHs a los que denominaron "heurísticas" [NIE90b, MOL90]. Cuatro años más tarde, J. Nielsen presenta un conjunto minimal de heurísticas de máximo poder expresivo, el cual se basa en los trabajos originales realizados con R. Molich y en la observación de de 249 problemas de usabilidad pertenecientes a proyectos de Diseño Centrado en el Usuario que J. Nielsen presenta en [NIE94a]. Ese conjunto minimal de PHs generales fueron publicados en [NIE94] y sus elementos se presentan a continuación:

1. **Visibilidad del Estado del Sistema**. El sistema debe siempre mantener a los usuarios informados del estado del sistema, con una realimentación apropiada y en un tiempo razonable.
2. **Lenguaje de los Usuarios**. El sistema debe hablar el lenguaje de los usuarios, con las palabras, las frases y los conceptos familiares, en lugar de que los términos estén orientados al sistema. Utilizar convenciones del mundo real, haciendo que la información aparezca en un orden natural y lógico.
3. **Control y libertad para el Usuario**. Los usuarios eligen a veces funciones del sistema por error y necesitan a menudo una salida de emergencia claramente marcada, esto es, salir del estado indeseado sin tener que pasar por un diálogo extendido. Es importante disponer de deshacer y rehacer.
4. **Consistencia y Estándares**. Los usuarios no deben tener que preguntarse si las diversas palabras, situaciones, o acciones significan la misma cosa. En general siga las normas y convenciones de la plataforma sobre la que se está implementando el sistema.
5. **Ayuda a los Usuarios para Reconocimiento, Diagnóstico y Recuperación de errores**. Que los mensajes de error se deben expresar en un lenguaje claro (no haya códigos extraños), se debe indicar exactamente el problema, y deben ser constructivos.
6. **Prevención de Errores**. Es importante prevenir la aparición de errores que mejor que generar buenos mensajes de error.
7. **Reconocimiento antes que Cancelación**. El usuario no debería tener que recordar la información de una parte de diálogo a la otra Es mejor mantener objetos, acciones, y las opciones visibles que memorizar.
8. **Flexibilidad y eficiencia de uso**. Las instrucciones para el uso del sistema deben ser visibles o fácilmente accesibles siempre que se necesiten. Los aceleradores no vistos por el usuario principiante, mejoran la interacción para el usuario experto de tal manera que el sistema puede servir para usuarios inexpertos y experimentados. Es importante que el sistema permita personalizar acciones frecuentes.
9. **Estética de diálogos y Diseño minimalista**. No deben contener la información que sea inaplicable o se necesite raramente. Cada unidad

adicional de la información en un diálogo compite con las unidades relevantes de la información y disminuye su visibilidad relativa.

10. **Ayuda General y Documentación**. Aunque es mejor si el sistema se pueda usar sin documentación, puede ser necesario disponer de ayuda y documentación. Ésta ha de ser fácil de buscar, centrada en las tareas del usuario, tener información de las etapas a realizar y que no sea muy extensa.

3.2.1. Aplicación de los Principios heurísticos de Molich y Nielsen: la lista de comprobación de ítems de D. Pierotti

El conjunto de PHs presentado en la lista anterior ha sido el punto de partida para la creación de numerosas listas de comprobación de ítems (sub-heurísticas o sub-PHs) que luego de ser definidas durante la Etapa de Planificación de una EH particular (ver Etapa de Planificación de una EH en Sección 4.1) son utilizadas por los evaluadores expertos dentro de la Puesta en Marcha de la evaluación (ver Etapa de Puesta en Marcha de una EH en Sección 4.2). A modo de ejemplo, presentamos a continuación una lista de ítems desarrollada por Deniese Pierotti y utilizada por la empresa Xerox Corporation para evaluar la usabilidad de interfaces norteamericanas orientadas a la web (ver ítems 2.20 y 5.14) mediante la metodología de la EH [Pie04]. Cabe mencionar que esta lista agrega a los 10 principios de Nielsen tres PHs más:

11. **Habilidades:** el sistema debería tener en cuenta, extender, suplementar e incentivar las habilidades del usuario, sus conocimientos y su experticia.

12. **Interacción con el Usuario Placentera y Respetuosa:** las interacciones de los usuarios con el sistema deben favorecer la calidad de su vida. El usuario debe ser tratado con respeto. El diseño debe ser estético y placentero, en donde los valores artísticos se igualen a los valores funcionales.

13. **Privacidad:** el sistema debe ayudar al usuario a proteger la información personal o privada, tanto la que pertenece al propio usuario como la que pertenece a los clientes del usuario.

A continuación se detallas las sub-heurísticas (o sub-PHs) definidos por D. Pierotti tanto para los 10 PHs de Nieslen (puntos 1 al 10 de la siguiente lista) como para los tres PHs agregados por ella misma (puntos 11 a 13 de la siguiente lista) [Pie04]:

1. Ítems definidos para PH "Visibilidad del Estado del Sistema":

1.1. ¿Cada parte de la interfaz comienza con un título o encabezamiento que describa el contenido de la pantalla?

1.2. ¿El esquema de diseño de los íconos y su estética es consistente en todo el sistema?

1.3. Cuando se selecciona un icono particular rodeado por otros íconos, ¿se distingue el icono seleccionado claramente?

1.4. Los menús de instrucciones, puntos de entrada de datos y mensajes de error ¿aparecen en el mismo lugar de la pantalla o en el mismo menú?

1.5. En pantallas múltiples para entrada de datos ¿cada página esta etiquetada para mostrar su relación con las otras?

1.6. Si el sistema provee de los modos de sobre-escritura y de inserción, ¿hay información visible de cuál de los dos modos está activado?

1.7. Si se utilizan ventanas emergentes (pop-up) para mostrar mensajes de error, ¿permiten estas ventanas que el usuario visualice el error en la interfaz cuando se despliegan?

1.8. ¿Hay algún tipo de "feedback" para cada acción u operación?

1.9. Luego de que usuario completa una acción o un grupo de acciones, ¿el "feedback" del sistema indica que el siguiente grupo de acciones puede comenzarse?

1.10. ¿El sistema provee algún tipo de "feedback" visual en menús o cajas de diálogo que indiquen las opciones que pueden seleccionarse?

1.11. ¿El sistema provee algún tipo de "feedback" visual en menús o cajas de diálogo que indiquen en cuál de las posibles opciones se halla posicionado el cursor o el puntero del ratón?

1.12. Si hay menús o cajas de diálogo en donde pueden seleccionarse múltiples opciones, ¿el sistema provee algún tipo de "feedback" visual que indique cuáles son las opciones que ya han sido seleccionadas?

1.13. ¿Hay algún tipo de "feedback" visual cuando los objetos de la interfaz son seleccionados o movidos?

1.14. Es estado actual de cada icono, ¿es claramente indicado?

1.15. ¿Existe "feedback" cuando una tecla de función es presionada?

1.16. Si existen demoras mayores a 15 segundos en las respuestas del sistema, ¿el usuario es informado del progreso en la concreción de la respuesta?

1.17. ¿Los tiempos de respuestas son apropiados para cada tarea?

1.18. Tiempo de escritura, movimiento del cursor o selección con el ratón: entre 0,5 y 1,5 milisegundos.

1.19. Tiempo de respuesta de preguntas frecuentes: menos de 1 segundo

1.20. Tareas más comunes: 2 a 4 segundos

1.21. Tareas complejas: 8 a 12 segundos

1.22. ¿Los tiempos de respuesta del sistema son adecuados al proceso cognitivo del usuario?

1.23. Necesidad de continuar un mismo proceso de pensamiento donde cierta información debe ser retenida por el usuario: menos de 2 segundos.

1.24. No son necesarios altos niveles de concentración y no es requerido retener información: 2 a 15 segundos

1.25. La terminología utilizada en los menús, ¿es consistente con el dominio de conocimiento del usuario en relación a la tarea a realizar?

1.26. ¿El sistema provee visibilidad? Es decir, ¿el usuario puede expresar verbalmente cuál es el estado del sistema y que alternativas de acción posee en un determinado momento?

1.27. Los menús gráficos (GUI) ¿muestran de manera obvia cuál es el ítem que ha sido seleccionado?

1.28. Los menús gráficos (GUI), ¿muestran de manera clara las opciones que pueden ser deseleccionada?

1.29. Si los usuarios navegan entre diferentes pantallas del sistema, ¿el sistema utiliza etiquetas conceptuales, mapa de menús o marcas de navegación a modo de ayudas para esa navegación?

2. Ítems definidos para PH "Lenguaje de los Usuarios":

2.1. ¿Los íconos son concretos y familiares para el usuario?

2.2. Dados un determinado usuario, una determinada lista de nombres de ítems y variables para realizar tareas. ¿las opciones en los menús (nombres de los ítems) están ordenadas en la manera más lógica para el usuario?

2.3. Si existe una secuencia natural para la selección de elementos en un menú, ¿esta implementada esa secuencia?

2.4. Los campos relacionados e interdependientes, ¿aparecen en la misma pantalla?

2.5. Si las formas de los objetos de la interfaz son utilizados como pistas visuales, ¿concuerdan con las convenciones culturales de los usuarios?

2.6. Los colores seleccionados, ¿corresponden a valores esperados según un los códigos de los usuarios?

2.7. Cuando una tecla o botón virtual para presionar en la pantalla (prompt) implica una acción necesaria, ¿incluye un mensaje con palabras consistentes con esa acción?

2.8. Las referencias indicadas en las teclas o botones virtuales de la interfaz para presionar en la pantalla (prompts), ¿son consistentes con nombres de teclas reales?

2.9. Cuando se ingresan datos en la pantalla, ¿la terminología utilizada para describir la tarea es familiar para los usuarios?

2.10. ¿El sistema provee teclas o botones virtuales de acceso por niveles (field-level promps) en las pantallas de entrada de datos?

2.11. Cuando la pantalla incluye preguntas que debe ser respondidas, ¿el lenguaje de esas preguntas es simple y claro?

2.12. Las opciones en los menús, ¿se corresponden lógicamente con categorías que tengan un significado unívoco?

2.13. Los títulos de los menús, ¿siguen un mismo estilo gramatical?

2.14. El lenguaje de comandos empleado, ¿utiliza la jerga de los usuarios evitando el uso vocablos computacionales específicos?

2.15. Los nombres de los comandos, ¿son mas bien específicos antes que generales?

2.16. El lenguaje utilizado en los comandos, ¿permite utilizar tanto palabras completas como abreviaturas?

2.17. ¿Son entendibles los códigos para ingreso de datos?

2.18. Las combinaciones de secuencias de letras extrañas o poco frecuentes, ¿son omitidas siempre que sea posible?

2.19. El sistema ingresa/elimina automáticamente espacios en blanco (o ceros) a fin de alinear cifras con respecto al punto decimal?

2.20. ¿El sistema ingresa de manera automática los signos de dólar y decimal cuando se insertan valores monetarios?

2.21. ¿El sistema ingresa de manera automática comas en valores superiores a 9999?

2.22. ¿Los menús gráficos (GUI) ofrecen activación? Esto es, ¿es obvia la manera en que el sistema indica "ahora, haga esto"?

2.23. ¿El sistema ha sido diseñado de tal manera que las teclas con nombres similares no ejecuten acciones opuestas (y/o potencialmente peligrosas?

2.24. ¿Las teclas de función están claramente etiquetadas y se distinguen con facilidad, aún cuando esto implique romper la consistencia en las reglas?

3. Ítems definidos para PH "Control y Libertad para el Usuario":

3.1 Si configurar una pantalla es una tarea poco frecuente, ¿es esta tarea particularmente fácil de recordar?

3.2 En sistemas que permitan el uso de ventanas superpuestas, ¿es fácil reacomodar (reubicar) esas ventanas en la pantalla?

3.3 En sistemas que permitan el uso de ventanas superpuestas, ¿es fácil para los usuarios cambiar de una ventana a otra?

3.4 Cuando una tarea efectuada por el usuario se completa, ¿el sistema espera alguna señal del usuario antes de procesar la tarea?

3.5 ¿Los usuarios pueden escribir por adelantado en un sistema con muchos menús anidados?

3.6 ¿Se pregunta al usuario que confirme acciones que tendrán consecuencias drásticas, negativas o destructivas?

3.7 ¿Existe una función para "deshacer" al nivel de cada acción simple, cada entrada de datos y cada grupo de acciones completadas?

3.8 ¿Los usuarios pueden cancelar operaciones en progreso?

3.9 ¿La edición de caracteres está permitida en los comandos?

3.10 ¿Los usuarios pueden reducir el tiempo de entrada de datos copiando y modificando datos existentes?

3.11 ¿La edición de caracteres está permitida en los campos de entrada de datos?

3.12 Si las listas de menús son largas (más de siete ítems), ¿pueden los usuarios seleccionar un ítem tanto moviendo el cursor como escribiendo un código mnemotécnico?

3.13 Si el sistema utiliza dispositivos de tipo puntero, ¿los usuarios tienen la opción tanto de hacer "clic" en una lista de ítems como de utilizar atajo usando el teclado?

3.14 Los menús son anchos (muchos ítems) antes que profundos (muchos niveles)?

3.15 Si el sistema posee menús de niveles múltiples, ¿existe algún mecanismo que permita a los usuarios regresar al menú previo?

3.16 Si los usuarios pueden regresar al menú previo, ¿pueden también cambiar su elección en el menú previo nuevamente accedido?

3.17 ¿Los usuarios pueden moverse hacia delante o hacia atrás entre las opciones de campos o cajas de diálogo?

3.18 Si el sistema posee múltiples pantallas para entrada de datos, ¿los usuarios pueden moverse hacia delante o hacia atrás entre las páginas en el conjunto?

3.19 Si el sistema utiliza una interfaz de preguntas y respuestas, ¿pueden los usuarios regresar a la pregunta anterior o saltear hacia delante una pregunta?

3.20 Las teclas de funciones que pueden causar serias consecuencias, ¿poseen una característica para deshacer su acción?

3.21 ¿Los usuarios pueden revertir sus acciones de manera sencilla?

3.22 Si el sistema permite a los usuarios revertir sus acciones, ¿existe un mecanismo que permita deshacer varias acciones de manera simultánea?

3.23 ¿Los usuarios pueden configurar la apariencia de su propio sistema, sesión, archivo, y valores por defecto para la pantalla?

4. Ítems definidos para PH "Consistencia y Estándares":

4.1 ¿Los formatos de la compañía o de la industria han sido respetados de manera consistente a lo largo de las distintas pantallas del sistema?

4.2 ¿El abuso de letras en mayúsculas en la pantalla ha sido evitado?

4.3 ¿Las abreviaturas no incluyen punto?

4.4 ¿Los números enteros están justificados a derecha y los números reales alineados con respecto al punto decimal?

4.5 ¿Los iconos poseen etiqueta?

4.6 ¿No hay más de 12/20 tipos de iconos?

4.7 ¿Existe algún elemento visual que identifique la ventana activa?

4.8 ¿Cada ventana posee un título?

4.9 ¿Es posible utilizar las barras de desplazamiento horizontal y vertical en cada ventana?

4.10 ¿La estructura de menús coincide con la estructura de las tareas?

4.11 ¿Han sido establecidos estándares de la compañía o industriales para el diseño de los menús? ¿Están aplicados de manera consistente en todas las pantallas del sistema?

4.12 ¿Los menús son presentados de manera vertical?

4.13 Si una opción de un menú es la de "salir", ¿esta opción aparece como último ítem del menú?

4.14 ¿Los títulos de los menús están centrados o justificados a izquierda?

4.15 ¿Los ítems de los menús están justificados a izquierda, con un número o un elemento mnemotécnico precediendo el texto del ítem?

4.16 ¿Los apuntadores (prompts) embebidos dentro un ítem de un menú múltiple, se despliegan hacia la derecha de la etiqueta del ítem?

4.17 ¿Las instrucciones en línea aparecen en un lugar semejante a lo largo de las diferentes pantallas?

4.18 ¿Las etiquetas de campos y los campos se distinguen topográficamente entre sí?

4.19 ¿Las etiquetas de los campos mantienen una forma consistente entre una pantalla y otra?

4.20 ¿Los campos y las etiquetas están justificadas a izquierda para listas alfabéticas y a derecha para listas numéricas?

4.21 ¿Las etiquetas de campos aparecen a la izquierda de los campos sencillos y arriba de las listas de campos?

4.22 ¿Las técnicas para atraer la atención del usuario están utilizadas de manera cuidadosa?

4.23 Intensidad: sólo dos niveles

4.24 Tamaño: hasta cuatro veces

4.25 Fuentes: hasta tres tipos

4.26 Parpadeo (blink): dos a cuatro hertz

4.27 Color: hasta cuatro colores diferentes (colores adicionales utilizados ocasionalmente)

4.28 Sonido: tonos suaves para dispositivos de retroalimentación regular y bruscos para condiciones críticas.

4.29 ¿Las técnicas para atraer la atención del usuario están utilizadas solamente en condiciones excepcionales o para tareas dependientes del tiempo?

4.30 ¿Hay entre cuatro/siete colores como máximo, y pertenecen estos colores al espectro visible?

4.31 ¿Se provee una leyenda si los códigos de color son numerosos o difíciles de interpretar?

4.32 Se evitan los pares de colores espectralmente extremos y altamente cromáticos?

4.33 ¿Los azules saturados no se utilizan para texto u otro elemento pequeño?

4.34 ¿La información más relevante está posicionada al comienzo del apuntador (prompt)?

4.35 ¿Las acciones del usuario están nombradas de manera consistente a lo largo de los diferentes apuntadores del sistema?

4.36 ¿Los objetos del sistema están nombrados de manera consistente a lo largo de los diferentes apuntadores del sistema?

4.37 ¿Los apuntadores de nivel de campo proveen más información que una reafirmación del nombre del campo?

4.38 Para interfaces de preguntas y respuestas, ¿las entradas válidas para una cuestión están listadas?

4.39 ¿Los nombres de las opciones en los menús son consistentes en relación a los demás nombres de ítems de los menús del sistema en cuanto al estilo gramatical y la terminología?

4.40 ¿La estructura de los nombres de las opciones en los menús coinciden con su correspondiente título de menú? Does the structure of menu choice names match their corresponding menu titles?

4.41 ¿Los comandos son utilizados de manera similar y poseen el mismo significado en todas las partes del sistema?

4.42 ¿Los comandos de lenguaje son consistentes, naturales y poseen una sintaxis fácil de memorizar?

4.43 ¿Las abreviaturas siguen una regla primaria simple? Si es necesario, ¿puede duplicarse una regla secundaria simple para abreviar una

palabra cuya abreviatura simple coincida con alguna abreviatura previamente utilizada?

4.44 ¿Es la regla secundaria del ítem anterior utilizada solo cuando es estrictamente necesario?

4.45 ¿Todas las abreviaturas poseen la misma longitud?

4.46 ¿La estructura de entrada de valores (datos) es consistente entre las diferentes pantallas?

4.47 ¿El método para mover el cursor hacia el campo anterior o posterior es consistente a lo largo del sistema?

4.48 Si el sistema posee pantallas múltiples para la entrada de datos, ¿tienen estas pantallas el mismo título?

4.49 Si el sistema posee pantallas múltiples para la entrada de datos, ¿las correspondientes pantallas están numeradas de manera secuencial?

4.50 ¿El sistema respeta las convenciones de la industria o los estándares de la compañía para asignar funciones a las teclas?

4.51 ¿Los colores altamente cromáticos son utilizados para atraer la atención del usuario?

5. Ítems definidos para PH "Ayuda a los usuarios Reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores":

5.1. ¿Los sonidos son utilizados para señalar errores?

5.2. ¿Los apuntadores son presentados de manera constructiva, sin necesidad de una crítica manifiesta o no manifiesta de los usuarios?

5.3. ¿Los apuntadores implican que el usuario tiene el control?

5.4. ¿Los apuntadores son breves e inequívocos?

5.5. ¿Los mensajes de error están expresado de manera tal que es el sistema, y no el usuario, quien se hace cargo de los errores?

5.6. Si se usan mensajes de error con humor, ¿son apropiados y respetuosos para la comunidad de usuarios?

5.7. ¿Los mensajes de error son gramaticalmente correctos?

5.8. ¿Los mensajes de error evitan el uso de signos de admiración?

5.9. ¿Los mensajes de error evitan el uso de palabras violentas u hostiles?

5.10. ¿Los mensajes de error evitan el tono antropomórfico?

5.11. ¿Todos los mensajes de error del sistema utilizan un estilo gramatical, una terminología, una forma y abreviaturas consistentes?

5.12. ¿Los mensajes colocan al sistema bajo el control del usuario?

5.13. ¿El lenguaje de comandos utiliza la sintaxis habitual accion-objeto?

5.14. ¿El lenguaje de comandos evita las arbitrariedades y el uso no-inglés de signos de puntuación, con excepción de los símbolos conocidos por el usuario?

5.15. Si se detecta un error en un campo de entrada de datos, ¿el sistema posiciona el cursor en ese campo o lo resalta de alguna manera?

5.16. ¿Los mensajes de error informan al usuario sobre la severidad del error cometido?

5.17. ¿Los mensajes de error sugieren la causa del problema que los ha ocasionado?

5.18. ¿Los mensajes de error proporcionan información semántica apropiada?

5.19. ¿Los mensajes de error proveen información sintáctica apropiada?

5.20. ¿Los mensajes de error indican que acción debe realizar el usuario para corregir el error correspondiente?

5.21. Si el sistema esta pensado para que lo utilicen tanto usuarios expertos como novatos, ¿existen diferentes niveles de complejidad en los mensajes de error disponibles?

6. Ítems definidos para PH "Prevención de errores":

6.1. Si la base de datos incluye grupos de datos, ¿los usuarios pueden entrar más de un grupo en una única pantalla?

6.2. ¿Se han usado puntos o guiones bajos (underscores) para indicar la longitud de los campos?

6.3. ¿El nombre de la elección del menú en un menú de nivel superior se usa como título de menú para el menú de nivel inferior?

6.4. ¿Las elecciones disponibles en el menú son lógicas, distinguidas entre sí y mutuamente excluyentes?

6.5. ¿Las entradas de datos son no sensibles a mayúsculas siempre que sea posible?

6.6. Si el sistema muestra múltiples ventanas, ¿es la navegación entre ellas simple y visible?

6.7. Aquellas teclas de función que pueden causar las peores consecuencias ¿se encuentran ubicadas en posiciones del teclado difíciles de alcanzar?

6.8. Aquellas teclas de función que pueden causar las peores consecuencias ¿se encuentran alejadas de las teclas cuyo uso es intensivo pero no tiene mayores consecuencias?

6.9. ¿Se ha minimizado el uso de las teclas calificadoras (qualifier keys)?

6.10. Si el sistema utiliza teclas calificadoras, ¿se usa a las mismas consistentemente en todo el sistema?

6.11. ¿El sistema previene a los usuarios de cometer errores siempre que esto es posible?

6.12. ¿El sistema alerta a los usuarios si están a punto de cometer un error potencialmente serio?

6.13. ¿El sistema interpreta inteligentemente las posibles variaciones en los comandos de los usuarios?

6.14. ¿Las pantallas para entrada de datos y cajas de diálogo indican el número de espacios en caracteres que están disponibles para un campo?

6.15. Los campos en las pantallas de entradas de datos y las cajas de diálogo, ¿contienen valores por defecto cuando corresponde?

7. Ítems definidos para PH "Reconocimiento antes que Cancelación":

7.1. ¿Existen pistas visuales y espacios en blanco para distinguir preguntas, apuntadores, puntos de inserción de respuestas e instrucciones en las interfaces de preguntas y respuestas?

7.2. ¿El despliegue de datos comienza en la parte superior izquierda de la pantalla?

7.3. ¿Las etiquetas de más de una palabra están posicionadas de manera horizontal (no desplegadas de manera vertical)?

7.4. ¿Todos los datos que el usuario necesita se muestran en cada paso de una transacción?

7.5. ¿Los apuntadores, pistas visuales y mensajes estas posicionados en lugares de la pantalla en donde es probable que el usuario dirija su mirada?

7.6. ¿Los apuntadores presentan un formato que utilice espacios en blanco, justificaciones y elementos o guías visuales para un fácil reconocimiento?

7.7. ¿Las áreas de texto tienen "espacios de respiración" que las rodeen?

7.8. ¿Existe una distinción visual obvia entre los menús en donde solo es posible seleccionar una opción y los menús en donde es posible seleccionar múltiples opciones?

7.9. ¿Se han preservado las relaciones espaciales entre teclas de función "blandas" (mostradas como elementos en pantalla) y teclas de función "de teclado"?

7.10. ¿El sistema muestra un grisáceo o borra las etiquetas de aquellas teclas de función "blandas" que estén actualmente inactivas?

7.11. ¿Se usa el espacio en blanco para crear simetría y guiar al ojo del usuario en la dirección apropiada?

7.12. ¿Se han agrupado los ítems en zonas lógicas, utilizando encabezamientos para distinguir entre dichas zonas?

7.13. Las zonas ¿tienen como máximo entre doce y catorce caracteres de ancho, y entre seis y siete líneas de alto?

7.14. ¿Las zonas han sido separadas por espacios, líneas, color, letras, títulos resaltados, líneas de separación o áreas sombreadas?

7.15. ¿Las etiquetas de los campos están cercanas a los mismos, pero separadas de éstos por al menos un espacio en blanco?

7.16. ¿Los campos en columna que son largos se descomponen en grupos de cinco, separados por una línea en blanco?

7.17. ¿Los campos de entrada de datos que son opcionales están claramente marcados?

7.18. ¿Los símbolos se usan para cortar cadenas de entrada de gran longitud en "bloques" (chunks)?

7.19. ¿Se utiliza video grabado anteriormente o realce de colores para lograr la atención del usuario?

7.20. ¿Se utiliza video grabado anteriormente para indicar que un ítem ha sido escogido?

7.21. ¿Se utiliza tamaño de letra, realce de fuente, subrayado, color, sombreado o tipografía especial para mostrar la cantidad relativa o importancia de los diferentes ítems en pantalla?

7.22. ¿Se utilizan los bordes para identificar grupos significativos?

7.23. ¿Se ha utilizado el mismo color para agrupar elementos relacionados?

7.24. ¿La codificación de color es consistente dentro de todo el sistema?

7.25. ¿El color se usa en conjunción con algún otro elemento redundante?

7.26. ¿Existe buen contraste de brillo y de color entre los colores usados para imágenes y fondo?

7.27. ¿Los colores suaves, brillantes y saturados se han utilizado para enfatizar datos, mientras que los colores oscuros, opacos y no saturados han sido usados para des-enfatizar datos?

7.28. La primer palabra de cada opción del menú, ¿es la más importante?

7.29. ¿El sistema provee un mapeo que hace que el usuario perciba que existen relaciones entre los controles y las acciones asociadas?

7.30. Los códigos para ingreso de datos ¿son distintivos?

7.31. ¿Se han eliminado pares de datos frecuentemente confusos cada vez que fuera posible?

7.32. ¿Aquellas secuencias de números o letras que tienen gran longitud se han descompuesto en "bloques" (chunks)?

7.33. ¿Los ítems inactivos en un menú aparecen en gris o están omitidos?

7.34. ¿Existen elecciones por defecto dentro del menú?

7.35. En caso en que el sistema tenga muchos niveles de menús (o niveles de menús complejos), ¿los usuarios tienen acceso a un mapa espacial en línea de los menús existentes?

7.36. Los menús GUI ¿poseen "affordance" (esto es, hacen que resulte obvio donde es posible realizar una selección) ?

7.37. ¿Existen elementos visuales llamativos para identificar cuál es la ventana activa?

7.38. ¿Las teclas de función se encuentran organizadas en grupos lógicos?

7.39. ¿Las pantallas de entrada de datos y las cajas de diálogo indican dónde los campos son opcionales?

7.40. En las pantallas de entrada de datos y en las cajas de diálogo, ¿los campos dependientes se muestran sólo cuando es necesario?

8. Ítems definidos para PH "Flexibilidad y eficiencia de uso":

8.1. Si el sistema soporta tanto a usuarios novicios y expertos, ¿se encuentran disponibles múltiples niveles de mensaje de error?

8.2. ¿El sistema permite que los usuarios novicios usen una "gramática de palabras clave" (keyword grammar) y los expertos una "gramática posicional"?

8.3. ¿Pueden los usuarios definir sus propios sinónimos para comandos?

8.4. ¿Permite el sistema que los usuarios novicios entren la forma más simple y común de cada comando, y permitan a los usuarios expertos añadir parámetros?

8.5. ¿Los usuarios expertos tienen la opción de ingresar comandos múltiples en una única cadena de texto?

8.6. ¿El sistema provee teclas de función para comandos de alta frecuencia?

8.7. Para pantallas de entrada de datos con muchos campos o en los cuales los documentos fuentes pueden estar incompletos, ¿tienen los usuarios la posibilidad de grabar una pantalla parcialmente completada?

8.8. ¿El sistema automáticamente ingresa ceros por delante para alineación de valores "(leading zeros)"?

8.9. Si las listas de menús son cortas (siete ítems o menos), ¿pueden los usuarios seleccionar un ítem moviendo el cursor?

8.10. Si el sistema utiliza la estrategia de teclear por adelantado (type-ahead), ¿los ítems de menú tienen asociados códigos mnemónicos?

8.11. Si el sistema usa un dispositivo apuntador, ¿los usuarios tienen la opción de hacer "clic" directamente sobre los campos o utilizar un atajo de teclado?

8.12. ¿El sistema ofrece atajos para "encontrar siguiente" y "encontrar previo" en búsquedas en bases de datos?

8.13. En las pantallas de entradas de datos, ¿los usuarios tienen la opción de hacer "clic" directamente sobre un campo o utilizar un atajo de teclado?

8.14. En los menús, ¿los usuarios tienen la opción o bien de hacer "clic" directamente en un ítem del menú o utilizar un atajo de teclado?

8.15. En las cajas de diálogo, ¿los usuarios tienen la opción de hacer "clic"directamente en la opción de la caja de diálogo o de utilizar un atajo del teclado?

8.16. ¿Los usuarios expertos pueden saltear las cajas de diálogos anidadas ya sea a través de teclear por adelantado (type-ahead), con macros definidas por el usuario o con atajos de teclado?

9. Ítems definidos para PH "Estética de diálogos y diseño minimalista":

9.1. ¿La información esencial para tomar decisiones (y solo esta información) es mostrada en la pantalla?

9.2. ¿Los íconos son visualmente distinguibles de acuerdo a su significado conceptual?

9.3. Los objetos extensos, las líneas resaltadas y las áreas simples de la pantalla, ¿se distinguen de los íconos?

9.4. ¿Cada icono esta resaltado con respecto a su fondo?

9.5. Si el sistema utiliza interfaces gráficas estándares (GUI) donde la secuencia de los menús ya ha sido especificada, ¿los menús están diseñados respetando esa especificación siempre que es posible?

9.6. ¿Los grupos de ítem con significado semejante, estan separados por espacios en blanco?

9.7. ¿Cada pantalla de entrada de datos incluye un título simple, corto, claro y suficientemente distintivo?

9.8. ¿Las etiquetas de los campos son familiares y descriptivas?

9.9. ¿Los apuntadores están expresados de manera positiva y escritos utilizando el estilo de la voz activa?

9.10. ¿Cada opción de menú posicionada en un nivel inferior está asociada con solo una opción del nivel superior?

9.11. ¿Los títulos de los menús son breves pero suficientemente largos como para comunicar su contenido?

9.12. Los menús emergentes (pop-up or pull-down menus) con campos para entradas de datos, ¿poseen varias opciones para entrar esos datos definidas de manera correcta?

10. Ítems definidos para PH "Ayuda general y documentación":

10.1. Si los usuarios trabajan desde el disco rígido, ¿las partes del disco rígido que se hallan conectadas en línea (online) están marcadas?

10.2. ¿Las instrucciones en línea se distinguen visualmente?

10.3. ¿Las instrucciones siguen la secuencia de las acciones del usuario?

10.4. Si las opciones de los menús son ambiguas, ¿el sistema provee información aclaratoria adicional cuando un ítem es seleccionado?

10.5. ¿Las cajas de entrada de datos y de diálogos pueden ser utilizadas en línea para completar acciones?

10.6. Idem a ítem 10.4

10.7. ¿Hay ayudas de memoria para los comandos, ya sea a través de referencias rápidas en línea o apuntadores?

10.8. ¿La función de ayuda del menú es visible? (por ejemplo, una tecla etiquetada AYUDA o un menú especial?

10.9. La interfaz de ayuda del sistema (navegación, presentación, y conversación) ¿es consistente con las interfases de navegación, conversación y presentación de la aplicación que soporta?

10.10. Navegación: la información ¿es fácil de encontrar?

10.11. Presentación: ¿la disposición visual está bien diseñada?

10.12. Conversación: ¿la información es exacta, completa y comprensible? ¿La información es relevante?

10.13. Orientación a la meta (¿qué puedo hacer yo con este programa?)

10.14. Descriptivo (¿para qué es esta cosa?)

10.15. Procedimental (¿cómo hago yo para hacer esta tarea?)

10.16. Interpretativo (¿por qué sucedió eso?)

10.17. Navegacional (¿dónde estoy?)

10.18. ¿Existe ayuda sensible al contexto?

10.19. ¿Puede el usuario cambiar el nivel de detalle disponible?

10.20. ¿Pueden los usuarios cambiar fácilmente entre la ayuda y su trabajo?

10.21. Tras haber accedido a la ayuda ¿pueden los usuarios continuar con su trabajo desde donde lo dejaron interrumpido?

10.22. ¿Es fácil acceder y regresar del sistema de ayuda?

10.23. Tras haber accedido a la ayuda ¿pueden los usuarios continuar con su trabajo desde donde lo dejaron interrumpido?

11. Ítems definidos para PH "Habilidades":

11.1. ¿Pueden los usuarios elegir entre la presentación de información en forma de texto o con iconos?

11.2. ¿Las operaciones para ventanas son fáciles de aprender y usar?

11.3. Si los usuarios son expertos, la utilización es frecuente, o el sistema tiene un bajo tiempo de respuesta, ¿hay en tal caso menos pantallas (más información por pantalla)?

11.4. Si los usuarios son novicios, la utilización es infrecuente o el sistema tiene un tiempo de respuesta rápido, ¿hay más pantallas (menos información por pantalla)?

11.5. ¿El sistema codifica automáticamente los ítems con color, con esfuerzo escaso o nulo por parte del usuario?

11.6. Si el sistema soporta tanto usuarios expertos como novicios, ¿hay múltiples niveles de detalle disponibles?

11.7. ¿Son los usuarios los iniciadores de las acciones antes que ser quienes deben responder ante ellas?

11.8. ¿El sistema realiza traducciones de datos para los usuarios?

11.9. ¿En los valores para campos se evita mezclar caracteres numéricos y alfabéticos siempre que sea posible?

11.10. Si el sistema tiene menús profundos (varios niveles), ¿los usuarios tienen la opción de teclear por adelantado?

11.11. Cuando el usuario accede a una pantalla o una caja de diálogo, ¿el cursor ya está posicionado en el campo que más probablemente el usuario vaya a necesitar?

11.12. ¿Pueden los usuarios moverse hacia adelante y hacia atrás dentro de un campo?

11.13. ¿El método para mover el cursor al campo siguiente o previo es simple y a la vez visible?

11.14. ¿Se ha evitado la auto-tabulación excepto cuando los campos tienen longitudes fijas o los usuarios son experimentados?

11.15. ¿Los dispositivos de entrada escogidos coinciden con las capacidades del usuario?

11.16. ¿Las teclas de cursor se encuentran dispuestas en forma de T invertida (mejor disposición para expertos) o en forma de cruz (mejor configuración para novicios)?

11.17. ¿Las teclas importantes (por ejemplo ENTER o TAB) son más grandes que las demás teclas?

11.18. Hay suficientes teclas de función para soportar funcionalidad, pero no tantas que sea difícil su detección y reconocimiento?

11.19. ¿Las teclas de función están reservadas para funciones genéricas, de alta frecuencia e importantes?

11.20. Las asignaciones de teclas de función ¿son consistentes a través de pantallas, subsistemas y productos relacionados?

11.21. ¿El sistema anticipa y avisa al usuario correctamente acerca de la próxima actividad que sea más probable?

12. Ítems definidos para PH "Interacción con el Usuario Placentera y Respetuosa":

12.1. ¿Es cada icono individual un miembro armonioso dentro de una familia de iconos?

12.2. ¿Se ha evitado el detalle excesivo en el diseño de iconos?

12.3. ¿Se ha usado el color con discreción?

12.4. ¿La cantidad de administración de ventanas requerida se ha mantenido a un mínimo?

12.5. Si los usuarios están trabajando a partir de una copia impresa ¿el diseño de pantalla coincide con el formulario en papel?

12.6. ¿El color se ha usado específicamente para llamar la atención, comunicar la organización, indicar cambios de status y establecer relaciones?

12.7. ¿Los usuarios pueden desactivar la codificación automática de color si fuera necesario?

12.8. ¿Los requerimientos de tecleo son mínimos para las interfases de pregunta y respuesta?

12.9. ¿Los dispositivos de entrada seleccionados concuerdan con las restricciones del medio-ambiente?

12.10. Si el sistema utiliza dispositivos de entrada múltiple, ¿se ha minimizado el movimiento de mano y ojos entre los dispositivos de entrada?

12.11. Si el sistema soporta tareas gráficas, ¿se ha provisto un dispositivo apuntador alternativo?

12.12. ¿El teclado numérico se encuentra localizado a la derecha del área de teclas alfabéticas?

12.13. ¿Las teclas de función usadas más frecuentemente se encuentran en las posiciones más accesibles?

12.14. ¿El sistema completa entradas parciales inequívocas en un campo de entrada de datos?

13. Ítems definidos para PH "Privacidad":

13.1. ¿Las áreas protegidas son completamente inaccesibles?

13.2. ¿Puede accederse con ciertas palabras claves a las áreas confidenciales o protegidas?

13.3. ¿Es la característica del punto anterior efectiva y exitosa?

3.3 Principios heurísticos de Constantine

En el año 1994 Larry Constantine propone varios principios de usabilidad que deben aplicarse para alcanzar el desarrollo de un interfaz altamente usable (para más detalle sobre los principios de L. Constantine consultar http://www.foruse.com/). Esos principios, que actualmente se consideran PHs generales capaces de guiar la definición de una EH, fueron planteados por su autor como la siguiente lista:

Estructura: organizar la información agrupada por su significado.

Simplicidad: hacer fáciles las tareas comunes que el usuario realice habitualmente.

Visibilidad: mostrar toda aquella información necesaria para una tarea que deba realizar el usuario.

Retroalimentación: mantener informados a los usuarios en todo momento según las acciones que hayan realizado.

Tolerancia: permitir a los usuarios en todo momento: cancelar, deshacer, volver.

Reutilización: reducir la necesidad de los usuarios de recordar.

3.4 Principios heurísticos para Web de Instone

En el año 1996 Keith Instone redacta un informe técnico denomindado "Usability Engineering on the Web" (para más detalle ver http://instone.org/node/12). En ese informe, considerado actualmente como uno de los pilares en cuanto a la definición de PHs para la web, la autora enumera a una serie de principios básicos a tener en cuenta al diseñar una interfaz para la World Wide Web. Esos principios se resumen en los siguientes puntos:

Diálogo simple y natural. Llevar conversaciones al nivel del usuario.

Hablar el lenguaje del usuario. Utilizar el lenguaje del usuario, siempre que sea posible.

Minimiza la carga de memoria del usuario. Procurar que los datos que deba recordar el usuario sean de fácil acceso o estén presentes en la interfaz.

Consistencia. Ser consistentes en cuanto a diseño de la interfaz.

Retroalimentación. El sistema debe informar al usuario de los cambios producidos por alguna acción del usuario.

Salidas claramente marcadas. El usuario ha de poder identificar fácilmente como salir de la aplicación.

Atajos. Siempre que sea posible, pensar en los usuarios con experiencia y facilitarles atajos para que puedan llegar a la información más fácilmente.

Buenos mensajes de error. Cuando suceda un error informar al usuario, siempre que sea posible, de forma clara (no con códigos de errores).

Prevención de errores. Intentar minimizar todos los posibles errores que se puedan producir en la aplicación y controlarlos.

Ayuda y documentación. Informar al usuario o prestarle ayuda cuando la aplicación lo requiera.

3.5 Principios heurísticos para DCU de Mayhew

De manera similar a los autores anteriores, en el año 1999 D. Mayhew propuso una serie de principios para el Diseño de Sistemas Centrados en el Usuario o DCU [MAY99]. Estos principios pueden ser interpretados como guías en el momento del diseño de un sistema interactivo o como PHs a la hora de evaluar la calidad de una determinada interfaz desde el punto de vista del DCU. Los mismos son:

Compatibilidad del usuario, del producto, de las tareas y de los procesos del sistema: para que esté todo coordinado adecuadamente para que el producto final se adapte perfectamente al usuario que lo usará.

Consistencia y robustez: que el sistema no sea vulnerable a errores.

Familiaridad: un usuario que ya esté familiarizado con un sistema similar o anterior se adaptará mejor al nuevo producto.

Simplicidad: un sistema simple es mas fácil de usar.

Manipulación directa: el usuario maneja directamente los elementos del sistema.

Control: el usuario en todo momento ha de tener el control del sistema.

WYSIWYG: para poder trabajar con un documento con el aspecto real que tendrá.

Flexibilidad: si el sistema es flexible, puede adaptarse a cualquier tipo de usuarios.

Sensibilidad y feedback: que el sistema interactúe con el usuario.

Tecnología invisible: que la tecnología usada en un sistema se mantenga invisible al usuario.

Protección: un sistema en el que sus datos queden a salvo de intrusos.

Facilidad de aprendizaje y facilidad de uso: para que un usuario pueda usar el sistema fácilmente.

3.6. Principios heurísticos para páginas de inicio de Nielsen y Tahir

Luego de un exhaustivo estudio de la página de inicio de más de 200 sitios web pertenecientes al contexto de uso anglosajón, Jacob Nielsen y Marie Tahir publican en el año 2002 un compendio de PHs para la evaluación de páginas de inicio [NITA02]. En esta obra, estos autores ilustran su trabajo con la puesta en marcha de evaluaciones de la usabilidad de 50 páginas de inicio pertenecientes al mencionado contexto de uso. Los 10 PHs más significativos planteados en [NITA02] se describen a continuación:

Visibilidad del estado del sistema: se necesita informar a los usuarios sobre lo que está aconteciendo, favoreciendo un "feedback" adecuado en un tiempo razonable

Compatibilidad entre el sistema y el mundo real: el sistema debe adecuar su lenguaje al utilizado por el usuario en vez de orientarlo hacia el sistema. Se deben seguir las convenciones del mundo real favoreciendo que la información aparezca de una manera natural y lógico para el usuario.

Control y libertad del usuario: usualmente los usuarios escogen funciones del sistema incorrectas. Debe proporcionárseles elementos claros que les permita actuar en situaciones indeseadas sin necesidad de recorrer un largo camino para deshacer las opciones que le llevaron al error.

Consistencia y estándares: los usuarios no deberían necesitar adivinar que diferentes conceptos o palabras significan cosas iguales. Se deben seguir las convenciones propias de la plataforma computacional que se este utilizando.

Prevención de errores: se deben incluir elementos que permitan prevenir los errores antes de favorecer los mensajes de diálogo una vez que los errores han sido cometidos.

Reconocimiento más que recuerdo: optar por la visibilidad y dotar a las metáforas gráficas de un gran "affrodance". No añadir carteles que el usuario leerá en una parte del sistema necesarios para actuar en otra parte del sistema. Las instrucciones para el uso del sistema deben ser fácilmente accesibles por el usuario cada vez que lo requiera.

Flexibilidad y eficiencia de uso: Los usuarios novatos deberían poder convertirse en usuarios expertos con el tiempo de uso. Debe favorecerse distintos tiempos de respuesta del sistema de acuerdo a la experticia o perfil del usuario que esta interactuando con el mismo. Debe favorecerse que los usuarios expertos salteen acciones para ejecutar las tareas de manera más eficiente.

Diseño estético y minimalista: debe obviarse la información irrelevante. La información o elementos secundarios deben disminuir su visibilidad en favcor de los elementos o la información crucial de la página web.

Ayuda al usuario en el reconocimiento, diagnóstico y recuperación de errores: los mensajes de error deben estar expresados de manera clara, simple y concisa. No deben incluir códigos. Es ideal que incluyan una serie de instrucciones que sugieran una solución.

Ayuda y documentación: aunque un sistema pueda ser utilizado sin ayuda, es conveniente incluirla en forma de "ayuda en línea". La información descripta en cada ayuda debe ser fácil de encontrar, debe estar dirigida hacia la acción del usuario y no extenderse demasiado.

3.7. Principios heurísticos para Web de Tognazzini

En el año 2003, Tognazzini publica en su sitio "Ask Tog" una serie de PHs básicos para el diseño de una interfaz (para visitar el sitio web "Ask Tog" consultar http://www.asktog.com/basics/firstPrinciples.html). Esos PHs son:

Anticipación: el sitio Web debe anticiparse a las necesidades del usuario.

Autonomía: los usuarios deben tener el control sobre el sitio Web. Los usuarios sienten que controlan un sitio web si conocen su situación en un entorno abarcable y no infinito.

Ceguera al color: Los colores han de utilizarse con precaución para no dificultar el acceso a los usuarios con problemas de distinción de colores (aprox. un 15% del total).

Consistencia:las aplicaciones deben ser consistentes con las expectativas de los usuarios, es decir, con su aprendizaje previo

Configuraciones por defecto: Los campos que contienen información por defecto deben ser lo seleccionado, de este modo, los usuarios puede modificar según su criterio rápida y fácilmente.

Eficiencia del usuario: los sitios Web se deben centrar en la productividad del usuario, no en la del propio sitio Web. Por ejemplo, en ocasiones tareas con mayor número de pasos son más rápidas de realizar para una persona que otras tareas con menos pasos, pero más complejas.

Interfaces explorables: hacer que las acciones sean reversibles, que siempre se encuentre la posibilidad de "deshacer" cualquier acción.

Ley de Fitts: que el tiempo para alcanzar un objetivo con el ratón esta en función de la distancia y el tamaño del objetivo. A menor distancia y mayor tamaño más facilidad para usar un mecanismo de interacción (Ver más sobre Ley de Fitts en http://en.wikipedia.org/wiki/Fittslaw).

Objetos de interfaz humanos: que los objetos de la interfaz sean lo mas parecido al mundo real de este modo a los usuarios les será familiares, y de fácil comprensión.

Reducción de tiempos de latencia: Hace posible optimizar el tiempo de espera del usuario, permitiendo la realización de otras tareas mientras se completa la previa e informando al usuario del tiempo pendiente para la finalización de la tarea.

Aprendizaje: los sitios Web deben requerir un mínimo proceso de aprendizaje y deben poder ser utilizados desde el primer momento.

Uso de metáforas: Su uso adecuado facilita el aprendizaje de un sitio Web, pero un uso inadecuado de estas puede dificultar enormemente el aprendizaje.

Protección del trabajo del usuario: se debe asegurar que los usuarios nunca pierden su trabajo como consecuencia de un error

Legibilidad: el color de los textos debe contrastar con el del fondo, y el tamaño de fuente debe ser suficientemente grande

Seguir el estado: conocer y almacenar información sobre el comportamiento previo del usuario ha de permitir posteriormente realizar operaciones frecuentes de manera más rápida

Navegación visible: Se deben evitar elementos invisibles de navegación que han de ser inferidos por los usuarios, menús desplegables, indicaciones ocultas, etc.

El conjunto de todos los PHs presentados anteriormente es potencialmente suficiente para llevar a cabo cualquier EH, pero en la práctica son demasiado generales y se muestran insuficientes para una evaluación eficiente. Es por ello que la EH incluye diferentes pasos de adecuación de los PHs generales que es necesario efectuar previamente a la Puesta en Marcha de la misma. Estos pasos son descriptos en la próxima sección.

4. Pasos de una Evaluación Heurística

4.1. Planificación de una Evaluación Heurística

El primer paso de una EH es la planificación. Durante toda esta etapa es fundamental tener en cuenta que cada contexto de uso (universidades, compañías de seguros, entidades bancarias, administraciones públicas, etc.) posee sus normas o convenciones, las cuales deberían reflejarse en la interfaz de sus sitios y aplicaciones y en la forma de trabajo de sus usuarios. Es por ello que un paso crucial dentro de la etapa de planificación de la EH es la adecuación de cada criterio

que se utilizará al contexto de uso al cual pertenece el sistema que se desea evaluar [MOL90]. Primeramente, un paso crucial relacionado con la Planificación de una EH es la selección de los evaluadores que deberán llevar a cabo la etapa siguiente en el proceso de evaluación. Si esta selección se realiza como primer paso dentro de la Planificación, podrá contarse con la recomendable presencia de estas personas durante el resto de la Planificación. En este sentido, se ha observado que diferentes personas aplicando los mismos PHs encuentran diferentes tipos de problemas de usabilidad en un mismo sistema que se esta evaluando. Es por ello que diversos autores sostienen que los resultados de una EH que involucre a un solo evaluador experto no serán suficientemente confiables [MOL90, NIE92, NITA02].

En relación a lo discutido en el párrafo anterior, una decisión trascendental para el posterior desarrollo de la EH es la selección de cuantos evaluadores se incluirán en la EH y cuál será el perfil de esos evaluadores. En este sentido, la Figura 1 muestra una gráfica que compara los cuatro experimentos (Teledata, Mantel, Savings y Transport) analizados por [MOL90]. En esta gráfica puede observarse como al realizar la EH con un solo evaluador no se encuentran tantos problemas de usabilidad como con cinco evaluadores. De la misma manera, también se observa que a partir de la inclusión de 15 evaluadores la detección de problemas de usabilidad se estabiliza. Otro resultado interesante con respecto a la cantidad de evaluadores a incluir en una EH se presenta en la Figura 2. En este caso, J. Nielsen analiza la relación costo-beneficio entre la cantidad de evaluadores involucrados en una EH y los beneficios obtenidos (Para más información consultar http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_ evaluation.html)

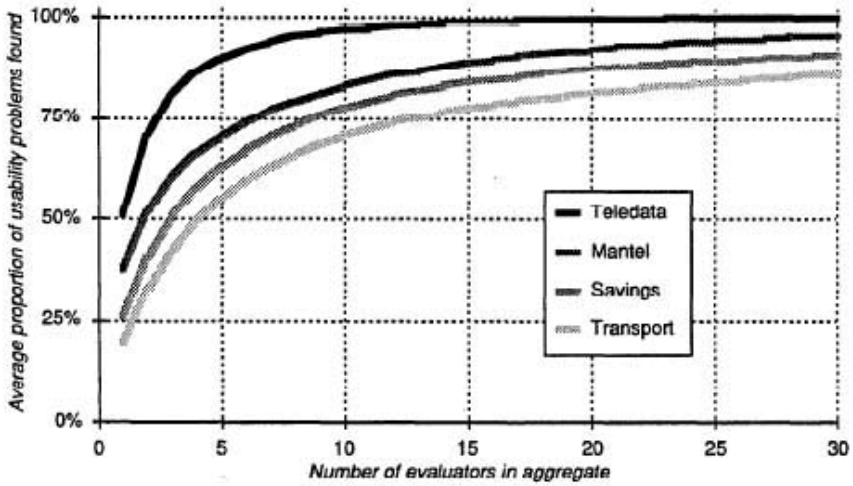


Figura 1 Proporción media de problemas de usabilidad encontrados entre treinta evaluadores [MOL90]

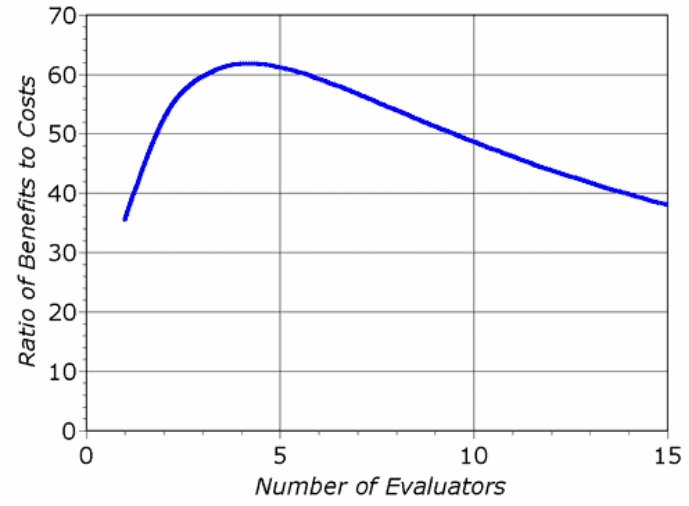


Figura 2 Costo-beneficio en relación a la cantidad de evaluadores necesarios para llevar a cabo una EH. Extraído de "How to Conduct a Heuristic Evaluation" (J. Nielsen), en http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html

Por lo expuesto anteriormente, la metodología tradicional sostiene que el número de evaluadores necesario para realizar una EH no tiene que ser demasiado grande. Nielsen y Landauer [NIL93] proponen como ideal seleccionar entre tres a cinco evaluadores ya que, según estos autores, con ellos ya se encuentran aproximadamente el 75 % de los errores en un interfaz del sistema que se analice a través de la EH. Estos autores propusieron una función matemática que calcula la potencialidad de una EH (en función de la cantidad de problemas que serán detectados) de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$\text{ProblemasEncontrados}(i) = N(1 - (1 - l)^{i})$$

En donde ProblemasEncontrados(i) es el número de problemas de usabilidad encontrado durante i evaluaciones (es decir, i evaluadores en el mismo ciclo iterativo y con el mismo sistema o prototipo), N es el número total de problemas de usabilidad en la interfaz de usuario, e l es la probabilidad de encontrar un problema de usabilidad cuando el sistema se evalúa con un sólo evaluadora través de la metodología de la EH.

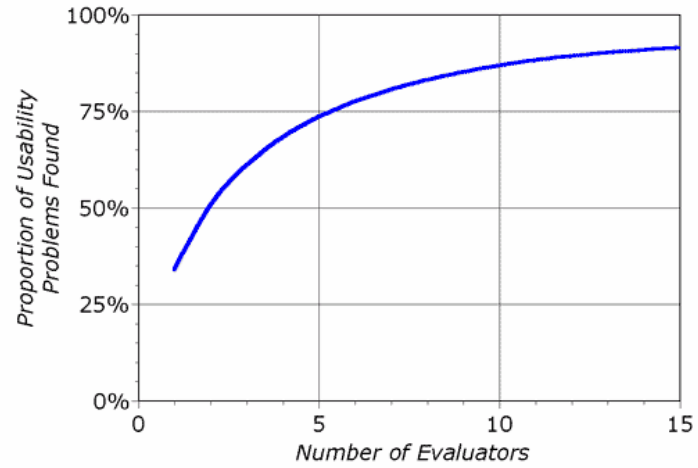


Figura 3 Cálculo promedio de la función "ProblemasEncontrados" para seis interfaces[NIL93]. Extraído de "How to Conduct a Heuristic Evaluation" (J. Nielsen), en http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html

La Figura 3 muestra el cálculo de esta función para el caso de un ejemplo práctico presentado por J. Nielsen en donde se calcula la función "ProblemasEnocntrados" para seis interfaces diferentes (Para detalles sobre las características de la experimentación realizada por J. Nielsen consultar http://www.useit.com/papers/heuristic/heuristic_evaluation.html).

Como ya se menciona anteriormente, otro segundo aspecto relacionado con la selección de los evaluadores es su perfil ideal. Mientras que la metodología tradicional sugiere contar con evaluadores que tengan algún conocimiento sobre los principios de la usabilidad [MOL90]. Posteriormente, se creyó que el método podía ser más efectivo cuando los evaluadores eran expertos en usabilidad. Sin embargo, y en concordancia con el auge del Diseño Centrado en el Usuario, algunos autores proponen involucrar como evaluadores a posibles usuarios de la aplicación e incluso a desarrolladores de aplicaciones [NIE92, MUL98, GPL04]. Veamos las distintas características de cada tipo de evaluador:

Los expertos en usabilidad: según las posturas más tradicionales son los más apropiados para éste método porque es difícil que un desarrollador o un usuario pueda encontrar todos los problemas de usabilidad en una interfaz a partir de los criterios heurísticos [MOL90]. Sin embargo, autores como [GPL04] sostienen que el experto en usabilidad no tiene experiencia en el dominio de uso de la aplicación y tiende a informar solamente de problemas potenciales que otros perfiles de evaluadores no detectaría.

Los desarrolladores: los desarrolladores sin experiencia específica en usabilidad pueden cumplir el rol de evaluadores de una EH. Sin embargo, resultados obtenidos sobre distintas pruebas sugieren que este perfil de evaluadores no es suficientemente apropiado ya que tiende a concentrarse en problemas técnicos, sugiriendo cambios que están fuera del alcance de la IPO y que se relacionan más con la funcionalidad que con la interfaz del sistema que se desea evaluar.

Los usuarios potenciales: Los usuarios inexpertos pueden ser bastante confusos al realizar una EH, principalmente porque no pueden expresar correctamente los problemas que detectan y no son claros a la hora de plantear problemáticas que ayuden a los diseñadores a la posterior mejora de la interfaz evaluada. Sin embargo, se ha observado que si los usuarios conocen medianamente el sistema a evaluar o si son expertos en su uso o han sido involucrados en su desarrollo; entonces tienden a detectar problemas de usabilidad muy eficazmente [GLP04].

Una vez que el equipo evaluador de la usabilidad ha sido conformado se debe proceder a seleccionar que PHs incluirán en la evaluación a realizar, teniendo en cuenta el cubrimiento de los puntos clave del sistema a evaluar y tratando de evitar la posible solapación de los mismos. Una vez seleccionados los HPs que se incluirán debe encarase la delicada tarea de adecuarlos al contexto de uso a evaluar tal como se indica en el párrafo anterior. Es evidente que cuanto más adecuados al contexto de uso estén los HPs seleccionados, más relevantes serán los resultados obtenidos por la EH. Este tipo de problemáticas es estudiada por la llamada Usabilidad Transcultural [SHWP06].

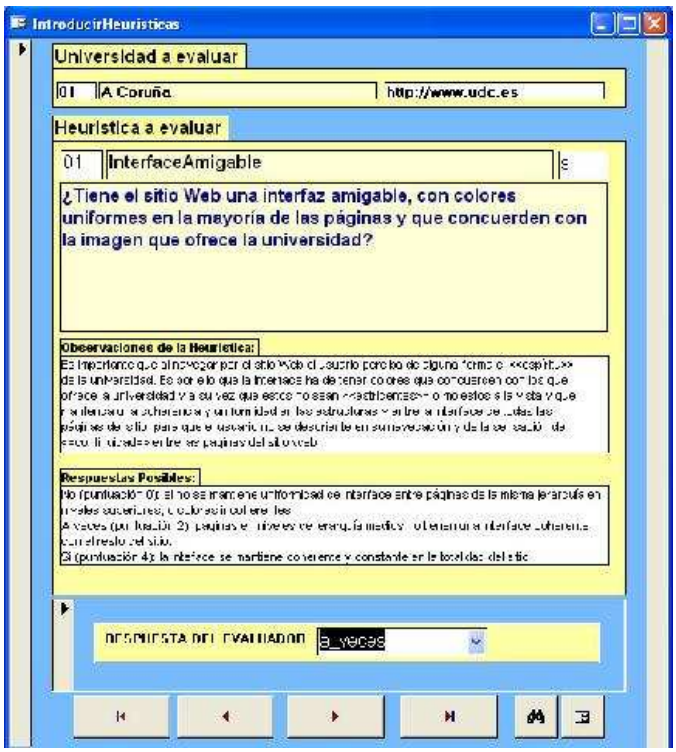


Figura 4. Interfaz de UsabAIPO-GestorHeurística.
Pantalla para ingreso de resultados.

En tercer lugar, cada PH considerado puede traducirse en una serie de preguntas o sub-PHs capaces de instanciarse de manera natural en el sistema a evaluar. Deben clasificarse los problemas que van a registrar asociándose a cada PH o sub-PH preguntas que posteriormente deberá contestar el evaluador durante el proceso de inspección. Además, debe elegirse una escala de valores para cada una de las posibles respuestas, indicando el significado de cada valor posible. Esta escala de valores puede incluir parámetros numéricos discretos (del tipo, 1,2,..,5), parámetros numéricos continuos (del tipo 0,5-1), parámetros alfabéticos (del tipo mucho-poco-nada), parámetros alfanuméricos (del tipo A1, A2,…,A10), etc. La definición de una escala de valores clara y concisa mejorará el análisis posterior de resultados, minimizándose la subjetividad de los evaluadores expertos y propiciándose el análisis comparativo de las diferentes puestas en marcha a ejecutar. Sin embargo, a veces algunas preguntas solo podrán ser respondidas por el equipo evaluador utilizando lenguaje natural.

Como resultado de la etapa de planificación de la EH debe obtenerse una especie de "planilla en blanco" donde se liste cada una de las preguntas a evaluar, se indique escala de valores y significado de cada valor, y se deje espacio para que durante la posterior Puesta en Marcha los evaluadores expertos completen la evaluación. Es importante dejar siempre espacio para las anotaciones personales de los evaluadores, las cuales pueden ayudar a interpretar resultados y aclarar puntos oscuros de la evaluación. Si la EH a realizar es muy compleja o muy grande, puede opcionalmente reemplazarse a esa planilla por la utilización de alguna herramienta informática que ayude a gestionar la EH. En este sentido, las Figuras 4 y 5 muestran la interfaz de la plataforma "UsabAIPO-GestorHeurística" [GLP06] creada dentro de la planificación de la Segunda Etapa de la Iniciativa UsabAIPO [LGP05, LGP06, GLPG06] y utilizada durante la Puesta en Marcha de la EH de 69 sitios web pertenecientes a la red "Universia" (ver página de inicio de red Universia en www.universia.es).

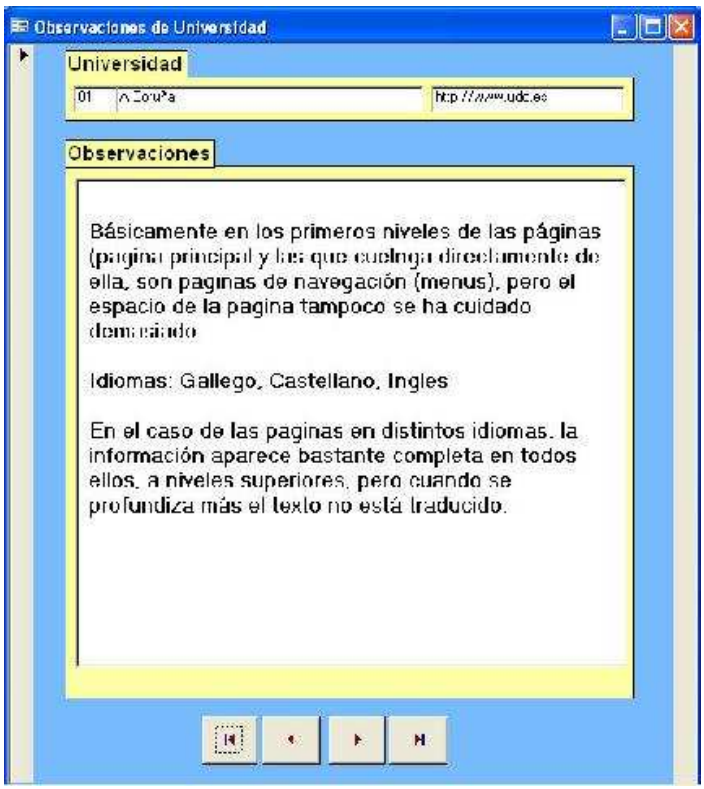


Figura 5. Interfaz de UsabAIPO-GestorHeurística.

Pantalla para ingreso de comentarios en lenguaje natural.

La plataforma UsabAIPO-GestorHeuristica [GLPG06] permite almacenar información pertinente a la Puesta en Marcha de la EH que se desee efectuar, datos de las interfaces a evaluar (en este caso páginas web de universidades) y las preguntas heurísticas asociadas a cada PH que se ha decidido incluir en la EH (Figura 4). Además, esta base de datos permite almacenar los resultados obtenidos al realizar la inspección de cada interfaz considerada. Consecuentemente, para el diseño de la interfaz de la plataforma UsabAIPO-GestorHeurística se tuvo en cuenta que toda la información asociada a cada PH incluído en la EH fuera altamente visible. De esta manera se intenta ayudar al evaluador brindándole diferentes datos que beneficien su ubicación temporal (momento de la evaluación) y espacial (interfaz que se está evaluando y PHs a considerar). En particular, UsabAIPO-GestorHeurística provee la facilidad de incluir el nombre de la interfaz que se esta evaluando junto a información referida al PH que se está considerando (nombre, texto de la pregunta, observaciones asociadas y significado de cada posible respuesta). En cuanto a la necesidad de brindar al evaluador un sitio en donde introducir comentarios u, ocasionalmente, un nuevo PH a considerar, la plataforma UsabAIPO-GestorHeurística incluye una especie de bloc de notas (Figura 5) en donde el evaluador podrá puntualizar algún dato o añadir comentarios en lenguaje natural asociados a cada PH.

Cabe mencionar que si bien la potencialidad de este tipo de plataformas queda evidenciada en la Puesta en Marcha de la EH, su adecuación y preparación se realiza durante la etapa de planificación, ya que es necesario adecuar al gestor a utilizar introduciendo todos los datos particulares de la EH que se está llevando a cabo.

4.2. Puesta en Marcha de una Evaluación Heurística

Una vez concluida la etapa de Planificación debe procederse a la Puesta en Marcha de la EH. En esta etapa es imprescindible contar con la presencia de los evaluadores, quienes deberán preceder a la inspección de la interfaz del sistema que se esté evaluando. Con respecto a esta etapa, la metodología clásica asociada a la EH plantea que los evaluadores deben inspeccionar la interfaz del sistema a evaluar de manera individual y sólo después de la evaluación pueden comunicar sus hallazgos [NIE94, DR99]. Este procedimiento es importante para asegurar evaluaciones independientes e imparciales de cada evaluador. Es recomendable que los evaluadores examinen cada parte de la interfaz del sistema evaluado al menos dos veces para que se familiaricen con su estructura y antes de comenzar con la evaluación propiamente dicha [LAI04].

En cuanto a la temporización de la Puerta en Marcha de una EH, Nielsen [NIE94] recomienda sesiones de evaluación de aproximadamente una o dos horas por cada parte de la interfaz a evaluar. Los evaluadores utilizan la lista de comprobación generada en la etapa anterior y si es estrictamente necesario pueden incorporar nuevos PHs a los ya existentes. En general, las fases de la Puesta en Marcha de una EH son las siguientes [MOL90]:

Entrenamiento previo a la evaluación: Hay que dar a los evaluadores conocimiento del tema e información. No obstante, si el interfaz es del tipo de "llegar y usar" los evaluadores no necesitan esta introducción. Este tipo de interfaces son los que los usuarios deberían ser capaces de utilizar por sí mismos sin ningún tipo de instrucción. También es necesario que los evaluadores se familiaricen con los diferentes perfiles de usuarios que se consideran en la EH, ya que durante la segunda fase de la puesta en marcha deberán intentar emular su comportamiento frente a la interfaz del sistema a evaluar.

Evaluación propiamente dicha: Los evaluadores expertos evalúan el interfaz con el objetivo de detectar errores de usabilidad. Es conveniente que el entorno en el cual se desarrolla la EH sea similar para las distintas sesiones de inspección (espacio físico, condiciones ambientales, hora del día, nivel de ruido, luminosidad, etc), a fin de minimizar el impacto de factores externos que pueden afectar a la capacidad cognitiva de los evaluadores. Cada medición realizada es plasmada en la lista en blanco que ha sido generada en el paso anterior. Durante la evaluación, los evaluadores no tan expertos pueden guiarse con las heurísticas para chequear de este modo los posibles problemas de usabilidad del sistema.

Según el autor Jacob Nielsen (puede consultarse sobre este tema en http://www.useit.com/papers/heuristic/severityrating.html), cuando un evaluador experto puntúa la gravedad de un problema de usabilidad esa medida debería reflejar a los siguientes tres factores:

- La **frecuencia** con la que el problema ocurre, si es común o raro que pase una cosa.
- El **impacto** del problema cuando sucede, si los usuarios tendrán muchos problemas cuando pase.
- La **persistencia** del problema, si el problema es resuelto la primera vez que se use el sitio web o aparece repetidamente

Puntuación: En este punto se tiene que determinar la severidad de cada uno de los problemas encontrados de acuerdo a la escala de valores definida durante la Planificación. En cuanto a la jerarquización de la gravedad de los problemas de la interfaz evaluada, también es necesario evaluar el "impacto del mercado" de cada problema detectado, puesto que algunos problemas pueden ser de poca importancia pero afectar mucho a la imagen del sistema. En este sentido comienzan a perfilarse algunas propuestas que proponen añadir una puntuación adicional a los problemas de usabilidad detectados según la siguiente escala (consultar http://www.useit.com/papers/heuristic/severityrating.html):

[0=] No es un problema de usabilidad.

[1=] Problema sin importancia: no necesita arreglarse a menos que haya tiempo de sobra.

[2=] Problema de poca importancia: arreglarlo no tiene mucha importancia.

[3=] Problema grave: es importante arreglarlo.

[4=] Catástrofe: Es obligatorio arreglarlo.

Cabe destacar que diferentes autores coinciden en que es difícil conseguir que los evaluadores definan durante una sesión heurística unas buenas estimaciones de la "severidad" asociada a cada problema de usabilidad [MOL90, NIE92, DR99].

Discusión: Luego de determinar la puntuación de cada ítem observado en la interfaz que se esta evaluando, es necesario establecer el grado de severidad de cada uno de los problemas encontrados. Esto se hace distribuyendo la lista completa de errores encontrados a todos los evaluadores, y puntuándola. Puede considerarse a este paso como parte de la Puesta en Marcha o como parte de la etapa de Análisis de Resultados de la EH (más adecuado en nuestra opinión).

De acuerdo a lo presentado en la Sección 4.1, si la EH que se esta poniendo en marcha es lo suficientemente compleja o grande, la utilización de una plataforma que ayude a su gestión puede resultar de sumo interés. Un ejemplo de estas plataformas lo constituye el software UsabAIPO-GestorHeurística [GPL06] presentado dentro de la etapa de Planificación.

4.3. Análisis de resultados de una Evaluación Heurística

La EH es una metodología de evaluación de la usabilidad que busca resultados cualitativos que ayuden a enfatizar que problemas de usabilidad presenta la interfaz del sistema interactivo evaluado por sobre el cálculo de funciones matemáticas llamadas métricas, las cuales sintetizan en un solo valor numérico el resultado de la evaluación. Sin embargo, a pesar de su naturaleza cualitativa, la EH también puede brindar valiosos resultados cuantitativos que ayuden a tener una visión global de los resultados obtenidos en la Puesta en Marcha. Por lo tanto, concluiremos que el procesamiento de los resultados obtenidos durante la Puesta en Marcha de una EH puede ser llevado a cabo desde dos puntos de vista no excluyentes y complementarios:

1. Desde el **punto de vista cuantitativo** pueden utilizarse herramientas como la Estadística para condensar en gráficos y funciones matemáticas tanto los resultados obtenidos por un solo evaluador (visión "sumativa" de cada una de las inspecciones realizadas) como los resultados obtenidos por diferentes evaluadores (visión "comparativa" de resultados obtenidos). Estos resultados cuantitativos ayudarán a resumir de manera clara y precisa la ponderación de cada una de las preguntas que cristalizan a los PHs generales con respecto a la interfaz evaluada.

2. Desde el **punto de vista cualitativo** los evaluadores elaborarán una lista de problemas de usabilidad con ítems (problemas hallados) que serán justificados de acuerdo a los PHs que se hayan considerado en la EH. Según la metodología tradicional, el análisis de cada problema se ha de realizar por separado y no en conjunto. Sin embargo, nuevas metodologías como las presentadas en [GGL06] defienden la riqueza de un análisis cualitativo general de resultados que permita extrapolar patrones de comportamiento generales presentes en los datos provenientes de las distintas evaluaciones efectuadas por los diferentes. En este sentido herramientas como las Técnicas del Descubrimiento de Conocimiento en Base de Datos (Datamining) pueden ser utilizadas para hallar de manera algorítmica (es decir de ~~de~~ manera imparcial y objetiva) patrones de comportamiento desconocidos y potencialmente útiles presentes en los datos provenientes de cualquier evaluación cualitativa de la usabilidad, en particular provenientes de la Puesta en Marcha de una EH [GGL06].

Los resultados de la evaluación se pueden registrar como informes escritos de cada evaluador o haciendo que los evaluadores comuniquen verbalmente sus comentarios a un observador mientras inspeccionan la interfaz. Estos informes tienen la ventaja de presentar un expediente formal de la evaluación, pero requieren un esfuerzo adicional para los evaluadores y la necesidad de leerlo y diseñar un documento que integre el trabajo de todos los evaluadores por parte del encargado de la evaluación. En este sentido, el contar con una plataforma de software que ayude a gestionar la EH como la presentada en la etapa de Planificación puede minimizar considerablemente los esfuerzos posteriores a la Puesta en Marcha y ayudar a reflejar de manera más metódica y concreta los resultados obtenidos [GPL06]. Además, el uso de este tipo de soporte digital para la EH supone que los resultados de la evaluación están disponibles de manera inmediata cuando finaliza la etapa de la Puesta en Marcha descrita en la sección anterior.

En cuanto a la jerarquización de la gravedad de los problemas de la interfaz evaluada, aquí se pone de manifiesto la importancia de haber definido una escala de valores para cada una de las posibles respuestas asociadas a los HPs considerados durante la etapa de Planificación de la EH. Deberá prestarse especial atención a los comentarios añadidos por los evaluadores así como a posibles nuevos PHs que hayan tenido que incluirse con la finalidad de inspeccionar correctamente la interfaz. Algunos autores sugieren que es conveniente enviar un cuestionario a los evaluadores después de las sesiones reales de la evaluación para recoger los grados de la severidad, enumerando completamente el sistema según los problemas de usabilidad que se han descubierto, y pidiendo que clasifiquen la severidad de cada problema. Para ello, y debido a que cada evaluador ha identificado solamente un subconjunto de los problemas incluidos en la lista, los problemas necesitan ser descritos en la profundidad razonable, usando posiblemente ilustraciones. Las descripciones se pueden sintetizar agregando

comentarios hechos por los evaluadores que habían encontrado cada problema (si se utilizan los informes escritos de la evaluación, las descripciones se pueden sintetizar de las descripciones incluidas en los informes). Estas descripciones permiten que los evaluadores determinen varios problemas muy fácilmente incluso si no los han encontrado en su propia sesión de la evaluación. Típicamente, [MOL90] sugiere que se necesitan alrededor de 30 minutos para realizar estas puntuaciones, pero es importante observar que cada evaluador debe proporcionar grados individuales de la severidad independientemente de los otros evaluadores.

5. Conclusiones

La evaluación es un aspecto fundamental a tener en cuenta en el diseño de sistemas interactivos. La evaluación heurística (EH) es un método por inspección de sencilla aplicación y relativamente económico que puede utilizarse en cualquier etapa del desarrollo de un sistema interactivo. Ha sido demostrado empíricamente que la EH detecta un promedio de aproximadamente 75% del total de problemas de usabilidad de la interfaz de cualquier sistema interactivo, lo que lo postula como un método relativamente confiable y altamente recomendable [NIE93, DR99].

En este Capítulo hemos visto que existe una amplia bibliográfica a la hora de definir los Principios Heurísticos (PHs) generales que sustenten teóricamente a las heurísticas que guíen a una HE. Cabe destacar que en una HE real no es necesario limitarse a un solo autor de los aquí presentados, sino que los distintos PHs presentados pueden utilizarse de manera combinada de acuerdo al aspecto que desee enfatizarse durante la inspección de la interfaz que será evaluada. Para optimizar el éxito de la aplicación de esta técnica de evaluación de la usabilidad, siempre ha de tenerse en cuenta que una definición adecuada de criterios heurísticos debe derivarse de un profundo conocimiento de las características propias del contexto que se desee evaluar.

Finalmente queremos enfatizar que una EH consta de diferentes pasos, siendo cada uno de ellos crucial para lograr un mayor éxito y una mayor efectividad. En este sentido, los recursos y el tiempo que se destinen a la Planificación de la HE se verán compensados por una Puesta en Marcha más controlada, efectiva y sustentable desde una postura científica. De la misma manera, un adecuado Procesamiento de los resultados obtenidos será fundamental para poder asegurar la validez y la relevancia de las conclusiones a las que se arribe tras haber evaluado un sistema interactivo a través de la metodología de la EH.

Agradecimientos

Agradecemos al Dr Toni Granollers de la Universitat de Lleida por sus sugerencias para mejorar la calidad del presente capítulo.

Referencias

[CW02] Cockton G., Woolrych, A. Sale must end: Should discount methods be cleared off HCI's shelves?. En revista Interactions, núm. 9, vol. 5,

pág. 13-18, 2002.

[DKA92] Desurvire H., Kondziela J., Atwood, M. What is Gained and Lost When Using Evaluation Methods Other Than Empirical Testing. En Proceedings del Congreso HCI 1992. En Monk, A., Diaper, D., and Harrison, M.D (eds.) Cambridge University Press, pág. 15-18, 1992.

[DMJ04] Dumas J.S., Molich R., Jeffries R. Describing Usability Problems - Are We Sending the Right Message?. En Revista Interactions, July-August 2004, pag 24-29.

[DR99] DUMAS J. S., REDISH J. C.. A Practical Guide to Usability Testing. Intellect Books, 1999.

[GGL06] GONZÁLEZ M. P., GRANOLLERS T., LORÉS J.. A Hybrid Approach for Modelling Early Prototype Evaluation under User-Centred Design through Association Rules. XIII International Workshop on Design, Specification and Verification of Interactive System DSV-IS '06. A publicarse en revista LNCS, 2006 (en prensa).

[GLPG06] GONZÁLEZ M. P., LORÉS J., PASCUAL A., Granollers A. Evaluación Heurística de Sitios Web Académicos Latinoamericanos dentro de la Iniciativa UsabAIPO. Remitido a Int. Conf. Interacción 2006, en proceso de evaluación.

[GPL04] GRANOLLERS A., PERDRIX A., LORÉS J. Incorporación de Usuarios en la Evaluación de la Usabilidad por Recorrido Cognitivo. En Proocedings de Interacción 2004, Lleida, pág. 291-295.

[ISO98] ISO Standards No. 9241-11: Guidance on usability. Geneva, Switzerland: ISO, 1998.

[JMWU91] JEFFRIES R., MILLER J. R., WHARTON C., UYEDA K. User interface evaluation in the real world: a comparison of four techniques. En Proocedings de la SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems CHI '91. ACM Press, pág. 119—124, 1991. (http://doi.acm.org/10.1145/108844.108862)

[JEF94] Jeffries, R. Usability Problem Reports: Helping Evaluators Comunicate Effectively with Developers. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, pág. 273-294, 1994.

[JD92] Jeffries R., Desurvire H. Usability testing vs. heuristic evaluation: Was there a contest?. En revista SIGCHI, num 24, vo. 4, pág. 39-41, 1992.

[KR97] Kantner, L. and Rosenbaum, S. Usability Studies of WWW Sites: Heuristic Evaluation vs. Laboratory Testing. ACM, 1997. En Proc. del 15 th International Conference on Computer Documentation SIGDOC '97: Crossroads in Communication. Snowbird, UT. New York, NY: ACM Press, pág. 153-160, 1997.

[LAI04] LAI-CHONG E. L., HVANNBERG E. T. Analysis of strategies for improving and estimating the effectiveness of heuristic evaluation. En Proocedings de NordiCHI '04. ACM Press, 1994.

(http://doi.acm.org/10.1145/1028014.1028051)

[LGP06] LORÉS J., GONZÁLEZ M. P., PASCUAL A. Iniciativa UsabAIPO. Primeros Resultados. En revista Interacción, vol 1. Asociación AIPO, 2006 (en prensa).

[LGP05] LORÉS J., GONZÁLEZ M. P., PASCUAL A. Primera fase de análisis del Proyecto UsabAIPO. En Proceedings del VI Congreso Español de Interacción Persona Ordenador (INTERACCIÓN'2005), dentro del I Congreso Español de Informática CEDI'05, pág. 217-221, 2005.

[MAY99] MAYHEW D. J. The Usability Engineering Lifecycle: a practitioner's Handbook for User Interface Design. ACM Press, 1999.

[MD] Molic R., Ede M. R., Kaasgaard K., Karyukin B. Comparative usability evaluation. En Journal Behav. Inf. Tech., vol.23, num. 1. Taylor & Francis Inc., pág 65—74, 2004

[MOL90] MOLICH R., NIELSEN J. Improving a human-computer dialogue. En Communications of the ACM, num33, vol. 3. ACM Press, pág 338-348, 1990.

[MUL98] MULLER M. J., MATHESON L., PAGE C., GALLUP R. Methods & tools: participatory heuristic evaluation. En Proocedings de Interaction'98. ACM Press, 1998.

(http://doi.acm.org/10.1145/285213.285219)

[MW00] MARCUS A., WEST E. G. Crosscurrents: Cultural Dimensions and Global Web-User Interface Design. En ACM Interactions, vol VII, num. 4. ACM Press, 2000, pág. 32-46.

[NITA02] NIESLEN J., TAHIR M. Usabilidad de páginas de inicio. Análisis de 50 sitios Web. Prentice Hall, 2002.

[Nie99] Nielsen, J. Usability engineering at a discount. En G. Salvendy & M.J. Smith (Eds.), Designing and using human-computer interfaces and knowledge based systems (pp 394-401). Amsterdam, The Netherlands: Elsevier Science Publishers, B.V, 1999.

[NIE94] NIELSEN J. Heuristic evaluation. In Nielsen, J., and Mack, R.L. (Eds.), Usability Inspection Methods, John Wiley & Sons, 1994.

(http://www.useit.com/jakob/inspectbook.html)

[NIE94a] NIELSEN J. Enhancing the explanatory power of usability heuristics. En Proceedings del ACM CHI'94 Conf. ACM Press, pág 152-158.

[NIE93] NIELSEN J. Usability Engineering. John Wiley & Sons, 1993.

[NIL93] NIELSEN J., LANDAUER T. K. A mathematical model of the finding of usability problems. En Proocedings de CHI'93. ACM Press, 1993.

(http://doi.acm.org/10.1145/169059.169166)

[NIE92] NIELSEN J. Finding usability problems through heuristic evaluation. En Proocedings de CHI '92. ACM Press, 1992.

(http://doi.acm.org/10.1145/142750.142834)

[NIE90] NIELSEN J, MOLICH R. Heuristic evaluation of user interfaces. En Proceedings of ACM CHI 1990. ACM Press, 1990, Pág. 249-256, 1990.

[NIE89] Nielsen, J. Usability engineering at a discount. In G. Salvendy & M.J. Smith (Eds.), Designing and using human-computer interfaces and knowledge based systems (pág. 394-401). Elsevier Science Publishers, B.V, 1989.

[Pie04] PIEROTTI D. Heuristic Evaluation - A System Checklist. Society for Technical Communication. © 1998-2004. Recuperado en junio 2006.

(http://www.stcsig.org/usability/topics/articles/he-checklist.html

[SC99] Slavkovic A., Cross K. Novice Heuristics Evaluation of a Complex Inter-face. Publicado en Extended Abstracts of the ACM CHI 1999 Conference on Human Factors in Computing Systems, 1999.

[UNET06] Usability Net: International standards for HCI and usability. Disponible en http://www.usabilitynet.org/tools/r_international.htm (Consultada en Marzo de 2006).

[SHWP06] SHEN S. T., WOOLEY M., PRIOR S. Towards culture-centred design. En revista Interacting with Computers (en prensa), 2006, pág. 1-33.

[WRLP94] WHARTON C., RIEMAN J., LEWIS C., POLSON P. The cognitive walkthrough method: A practitioner's guide. En J. Nielsen & R. L. Mack (Eds.), Usability Inspection Methods, New York: John Wiley & Sons Inc., 1994, pág. 105-140.

Bibliografía

ALVA M. E., MARTINEZ A. B., CUEVA J. M. Usabilidad: Medición a través de métodos y herramientas. En Proocedings de Interacción'03. Vigo, 2003.

GRANOLLERS A. MPlu+a. Una Metodología que integra la Ingeniería del Software, la Interacción Persona-Ordenador y la Accesibilidad en el contexto de equipos de desarrollo multidisciplinares. Tesis doctoral. Universidad de Lérida, 2004.

(http://griho.udl.es/catala/equip/invest/granollers.html)

HASSAN MONTERO Y., MARTIN FERNANDEZ F. J. Guía de Evaluación Heurística de Sitios Web. Publicado en NSU No Solo Usabilidad Magazine, versión digital online, 30 de marzo de 2003. Recuperado en junio 2006.

(http://www.nosolousabilidad.com/articulos/heuristica.htm#identidad)

MANCHON EDUARDO. Un Caso real: Evaluación Heurística de renfe.es. Recuperado de Gestiopolis.com en junio de 2006.

(http://www.gestiopolis.com/canales5/ger/ainda/32.htm)

MULLER J. M., McCLARD A. Validating an extension to participatory heuristic evaluation: quality of work and quality of work life. En Proocedings de CHI'95. ACM Press, 1995.

(http://doi.acm.org/10.1145/223355.223457)

PREECE J., ROGERS I., SHARP H. Interaction Design. Beyond Human Computer Interaction. Chapter 13: Ask Users and Experts. John Wiley & Sons, 2002, pág. 359-389.