

MPIu+a. UNA METODOLOGÍA QUE INTEGRA LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE, LA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR Y LA ACCESIBILIDAD EN EL CONTEXTO DE EQUIPOS DE DESARROLLO MULTIDISCIPLINARES

Departament de Llenguatges i Sistemes Informàtics

Universitat de Lleida



Lleida, julio 2004

Memoria de la tesis doctoral desarrollada por *Toni Granollers i Saltiveri* y dirigida por el doctor *Jesús Lorés Vidal* para optar al grado de doctor en Informática, especialidad en Interacción Persona-Ordenador, por la Universitat de Lleida

a) Desarrollo

- **Reducción de los costes de producción:** Aunque parezca contradictorio, los costes y tiempos de desarrollo totales se pueden reducir evitando el sobrediseño y reduciendo el número de cambios posteriores requeridos en el producto. Se optimizan los costes de diseño y rediseño de las aplicaciones.
- **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. Sirve de ejemplo cualquiera de las aplicaciones planteadas como casos de uso en la introducción del documento.
- **Reducción de los costes corporativos:** Este factor ya se consigue como consecuencia de los dos puntos anteriores, al cual debemos añadir que el valor que el equipo de usabilidad de una compañía que desarrolla software aporta al conjunto global de dicha compañía proporciona mejoras metodológicas en el sistema global de desarrollo, reduciendo, por tanto, los costes generales [LUN97].

b) Uso interno

- **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.

Mientras que los sistemas difíciles de usar disminuyen la salud, bienestar y motivación y pueden incrementar el absentismo.

Reflexionemos de nuevo acerca de este beneficio en el caso de los sistemas de pesado industrial: ¿En cuánto se incrementa la productividad de un operario que debe dedicar menor tiempo en la tarea de pesar el producto? —productividad facilitada por disponer de una interfaz más usable.

- **Reducción de los costes de aprendizaje:** Un sistema con elevadas dosis de usabilidad está organizado de manera que se adapta mejor al modelo mental de sus usuarios con lo que se minimiza el tiempo necesario para su aprendizaje.

Pongamos el caso del entorno de recepción ubicuo como ejemplo, en el que la recepcionista empezó a trabajar desde el primer día sin haber dedicado ni una hora a su formación.

- **Mejora la calidad de vida de los usuarios,** ya que reduce su estrés, incrementando la

satisfacción y la productividad.

Una legislación de los países de la Unión Europea, *The European Directive on Display Screen Equipment*, requiere que el desarrollo del software sea adecuado a la tarea a realizar, a la vez que debe ser fácil de usar para mejorar la salud y la seguridad de los trabajadores. [ECD90, pág. 5: Anexo *Requisitos Mínimos*, punto tercero *interfaz*].

c) Ventas

- **Incremento de las ventas.** Un producto más usable permite un mejor marketing debido a la mejor imagen del producto, es más comprensible, y por tanto más fácilmente vendible.

Mencionar de nuevo el ejemplo de la tienda *on-line* como ejemplo de lo que podríamos considerar “ventas internas”, puesto que no se vende el producto, sino que el incremento está en las ventas adicionales ganadas gracias a incorporar la usabilidad. Por el contrario, en cuanto al número de sistemas vendidos de más por disponer de un producto más usable podríamos citar ejemplos como el de las interfaces de equipos de pesaje, el del sistema de la cafetería o incluso el futuro sistema de la realidad aumentada.

- **Mejora en la calidad del producto:** El diseño centrado en el usuario da lugar a aplicaciones de mayor calidad de uso, más competitivos en un mercado que demanda productos de fácil uso. En el entorno web se mejora la imagen y el prestigio del sitio, lo que favorece el aumento de la tasa de conversión de visitantes a clientes.

Esta mejora es aplicable a cualquiera de los ejemplos planteados.

- **Menor soporte al cliente:** Los sistemas usables son más fáciles de aprender y de utilizar, comportando un menor coste de implantación y de mantenimiento.

Pensemos, de nuevo, en el tiempo de consultas que se ahorrarán los técnicos de la aplicación industrial de los equipos de pesaje que podrá invertirse en otras actividades más productivas, como la mejora de otras partes del producto o investigar nuevas líneas competitivas de negocio.

Retorno de la inversión en usabilidad

Aunque es cierto que en la competitiva realidad del día a día el termómetro económico es el que prevalece a la hora de decidir si una inversión es viable o no, creemos que la valoración de la usabilidad también debe responder a criterios de ética y de justicia social; criterios que por otra parte difícilmente son justificables en términos económicos.

Aun así disponemos de bibliografía [BIA94a], artículos científicos [LUN97] e informes procedentes de estudios prácticos [NIE03b] o de proyectos financiados por la Comisión Europea [BEV00a] que explican cómo calcular en términos económicos la usabilidad a la vez que demuestran que aplicar prácticas y criterios de usabilidad a los sistemas software también son económicamente rentables.

La clave está en determinar correctamente cual es el Retorno de la Inversión (*Return*

on Investment, ROI) para justificar que gastar una determinada cantidad de dinero en las actividades necesarias para asegurar la usabilidad de los sistemas es sinónimo de inversión rentable (el producto aportará un mayor incremento de los beneficios que aportaría sin usabilidad).

Algunos de los ejemplos que demuestran la validez del mencionado retorno de la inversión en usabilidad son:

- Brad MYERS (Carnegie Mellon University), 1994 [MYER94]:

Un estudio demostró que el ahorro conseguido como consecuencia del desarrollo de una buena interfaz de usuario fue de 41.700 dólares en una aplicación sencilla utilizada por 23.000 empleados, y de 6.800.000 dólares para una aplicación compleja utilizada por 240.000 empleados.

- S. DRAY (Dray & Associates.), 1995 [DRA95]:

Un estudio de la compañía NCR mostró un incremento en la producción del 25% y una reducción adicional del número de errores también del 25%, como resultado del nuevo diseño de las interfaces de usuario.

- InfoWorld, 1999 [BAT99]:

InfoWorld es una revista mensual de gran difusión y prestigio estadounidense que cubre aspectos relacionados con productos y tecnologías de última generación. En abril de 1999 presentó el informe correspondiente al caso de la web de la compañía IBM, que presentaba serios problemas de navegación por sus más de 150.000 páginas de Internet¹. Tras ser rediseñado prestándose especial atención a la usabilidad, dicho sitio web incrementó el tráfico en las mismas un 120% y, lo que es mejor, sus ventas en un 400%.

- Intranet de “La Caixa”, 2002 [ATX02]:

La entidad financiera “La Caixa” rediseñó en 2002 la interfaz de la Intranet que utilizan sus empleados para mejorar su productividad. De dicha tarea se encargaron unos profesionales de usabilidad que lograron, tras desarrollar un diseño centrado en el usuario, triplicar el número de accesos de sus empleados y duplicar el acceso a las webs locales, aspectos que se traducen en un notable incremento en el número de transacciones realizadas... o sea, en los beneficios globales de la empresa.

¹ Este caso también está recogido como un caso ejemplar del retorno de la inversión en usabilidad en el informe presentado en enero del 2003 por Nielsen Norman Group [NIE03b, pág. 53].

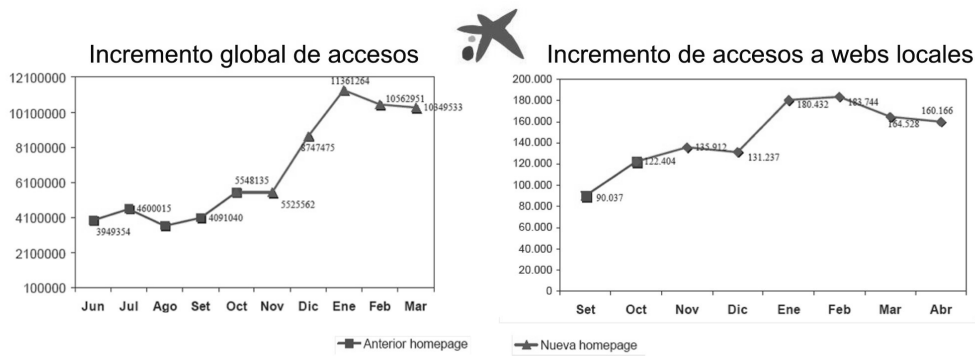


Figura c3_6: Gráficas autoexplicativas de los beneficios que ha sufrido la Intranet de “La Caixa” tras rediseñar su interfaz siguiendo únicamente criterios de usabilidad

●Usability Return on Investment, 2003 [NIE03b]:

El prestigioso grupo de expertos en la experiencia del usuario *Nielsen Norman Group* editó en enero del 2003 un informe en el que a partir de un conjunto de 42 casos reales demuestran la veracidad del retorno de la inversión económica en la usabilidad de los sistemas interactivos. Es más, concretamente valoran la inversión a realizar en la usabilidad del sistema sobre el 10% del presupuesto total del proyecto, datos que son corroborados con un informe presentado por investigadores de la compañía informática IBM [VRE02].

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

A pesar de lo expuesto anteriormente, siguen apareciendo críticas respecto a la usabilidad y comentarios como los siguientes no dejan de ser frecuentes [LOR02]:

- ¡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 está 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!.
- La usabilidad a menudo se “da por supuesta”, por lo que no se presta ninguna atención [GUL03].
- Existe una tendencia a creer que la usabilidad es algo que puede añadirse a posterior, como si de un complemento decorativo que no afecta a la funcionalidad se tratara.
- Los desarrolladores de software creen saber más que sus posibles usuarios hasta el punto de pensar que ellos mismos pueden hacer el papel de éstos.

Frases como “*Yo no necesito usuarios; llevo muchos años en este negocio, simulo que soy un usuario y ya veo lo que falla y como debe funcionar*”, pronunciada por uno de los participantes en el tutorial impartido por J. GULLIKSEN en la edición del congreso Interact 03 [GUL03] celebrado en Zurich son habituales en los entornos de desarrollo de software.

- Las especificaciones de los clientes siempre se basan en las funcionalidades del sistema, nunca piden específicamente la usabilidad de los mismos, por ello las empresas desarrolladoras de software están poco dispuestas a invertir recursos en algo “que no se les ha pedido”.

Estos comentarios deben servirnos de reflexión para pensar que los conceptos que rigen el desarrollo actual son erróneos y deben corregirse. Estos conceptos corresponden a los modelos mentales de los desarrolladores y no a los de los usuarios finales.

20.1.4. Atributos de la usabilidad

La compleja relación que existe entre la usabilidad y los criterios de calidad que la definen conlleva la descomposición de la usabilidad en una serie de aspectos que la caracterizan.

Tras una minuciosa revisión de la literatura relacionada encontramos que dicha descomposición varía en función del punto de vista desde el que se enfoca, y confluye en un conjunto confuso de términos relativos a la usabilidad.

Estos términos, descritos en términos familiares y a menudo intercambiables, se encuentran agrupados con diferentes denominaciones en función de la autoría de la clasificación. Tenemos pues que en [DIX93][BRO97] se denominan *principios de usabilidad*, en [PRE94] *componentes* y en [QUE01] *características*, aunque la denominación que parece disponer de mayor aceptación [NIE93][ISO91b][BEV91][RED95][WIX97] es la de *atributos de usabilidad*,² clasificación que también hemos adoptado en nuestro trabajo.

Una vez analizadas las diferentes propuestas *parece difícil determinar unos principios universalmente aceptados que determinen la usabilidad de los sistemas interactivos*. No obstante, tampoco pensamos que merezca dedicarle más tiempo en intentar solucionarlo, pues en el fondo todos están (y estamos) de acuerdo en la importancia de dichos términos y la diferencia tan sólo está en la falta de unanimidad a la hora de su clasificación.

En la siguiente tabla sintetizamos el conjunto de atributos que se han extraído de analizar los principales autores y guías, que agrupados según el criterio que cada uno decida forman la base sobre la que se asienta la usabilidad de cualquier sistema interactivo:

Facilidad de aprendizaje	Principio que hace referencia a la necesidad de minimizar el tiempo necesario que se requiere desde el no conocimiento de una aplicación a su uso productivo.
Sintetizabilidad	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

² El abanico de denominaciones no acaba con las posibilidades mencionadas, por ejemplo, en [CON99] se denominan *facetas* e incluso *factores humanos medibles* en [SHN92].

	por el usuario.
Familiaridad	<p>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.</p> <p>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.</p>
Consistencia	Este es un concepto clave en la usabilidad de un sistema informático, pues consideraremos que un sistema es consistente si todos los mecanismos que se utilizan son siempre usados de la misma manera, siempre que se utilicen y sea cual sea el momento en el que se haga.
Flexibilidad	Esta característica hace referencia a la multiplicidad de maneras en el que el usuario y el sistema intercambian información. Aportaremos flexibilidad a un sistema proporcionando <i>control al usuario</i> , posibilidad de <i>migración de tareas</i> , <i>capacidad de sustitución</i> y <i>adaptabilidad</i> (posteriormente se analizan estas características con más detalle).
Robustez	La robustez de una interacción cubre las características necesarias que permiten al usuario poder cumplir sus objetivos y el asesoramiento necesario para ello.
Recuperabilidad	Grado de facilidad que una aplicación permite al usuario para corregir una acción una vez está reconocido un error.
Tiempo de respuesta	Se define generalmente como el tiempo que necesita el sistema para expresar los cambios de estado del usuario. Esta característica es de difícil parametrización debido a la enorme diversidad de velocidades computacionales de los distintos dispositivos y velocidades de transmisión de datos. A pesar de estas connotaciones tecnológicas, es importante hacer consideraciones acerca de intentar que los tiempos de respuesta sean soportables para el usuario.
Adecuación de las tareas	Los servicios que el sistema proporciona deben soportar todas las tareas del usuario, que deben estar adaptadas al modelo mental de éste y no al del desarrollador.
Disminución de la carga cognitiva	<p>Los aspectos cognitivos de la interacción referenciados en el apartado de los factores humano nos proporcionan la necesidad que tienen los usuarios de confiar más en los reconocimientos que en los recuerdos (no tienen que recordar abreviaciones y códigos muy complicados).</p> <p>Este aspecto condicionará enormemente la disposición y el diseño de los distintos elementos interactivos que aparecerán en la interfaz.</p>

Tabla c3_5: Principales atributos que definen la **usabilidad** de un sistema interactivo

Consideraciones sobre los atributos de usabilidad.

En este punto se reflexiona sobre alguno de los atributos de la usabilidad relacionados en la tabla c3_5 que acabamos de ver.

- El problema con la consistencia

Recién acabada una aplicación el mercado ya nos presiona para mejorarla o con hacer una de nueva, con nuevas metáforas, nuevos objetos y seguramente nuevos comportamientos. *¿Es posible, en estos casos, conservar la consistencia?* Ciertamente es difícil, pero tenemos el deber de esforzarnos en intentar mantener la máxima consistencia en las diferentes partes de una misma aplicación, entre versiones e incluso entre aplicaciones distintas que se relacionan. Así, el usuario será capaz de utilizar las nuevas posibilidades interactivas sin perder las que ya conocía. Disminuyendo la carga mental requerida facilita la interacción del usuario con la interfaz.

Para ello nos será útil seguir alguna de las múltiples *recomendaciones para diseñar sistemas consistentes* entre las que encontraremos características como por ejemplo:

- 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.

De lo que puede deducirse que *la consistencia está estrechamente relacionada con el atributo de la familiaridad.*

- ¿Cómo se proporciona flexibilidad a un sistema?

Diferentes técnicas, como por ejemplo permitir a los usuarios suspender una acción y comenzar otra para atender un trabajo inesperado o disponer de atajos y soporte de navegación por teclado para no tener que utilizar siempre el ratón, proporcionan flexibilidad a un sistema interactivo. De forma genérica, estas técnicas están relacionadas con las siguientes características:

- El *control del usuario*. Los usuarios deben conducir la interacción, no deben verse forzados a trabajar para la aplicación.

Se proporciona control al usuario dándoles la posibilidad de poder deshacer y el 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.

- La *migración de tareas*. 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 ambos (por ejemplo, el corrector ortográfico es una tarea que puede ser realizada por el usuario, automatizada por el sistema o compartida entre los dos).
- La *capacidad de sustitución*. Esta capacidad permite que valores equivalentes puedan ser substituidos los unos por los otros. Eliminando cálculos innecesarios al usuario se pueden minimizar errores y esfuerzo cognitivo.

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 incluso decidirlo con ayudas visuales).

- La *adaptabilidad*. Propiedad que alude a la adecuación automática de la interfaz del sistema a las características del usuario que la utiliza. 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.

- **Acerca del tiempo de respuesta**

Es importante, y difícil de llegar a un consenso, que los tiempos de respuesta sean soportables para el usuario: Normalmente los tiempos de respuesta deben ser cuanto más rápidos mejor. No obstante, es posible que un mensaje o acción se realice tan rápidamente que no sea percibida por el usuario y no le dé tiempo a reaccionar, lo que se convierte en un problema [NIE94d][NIE93].

Por ello, podemos seguir algunas de las recomendaciones existentes como el consejo básico que con respecto a los tiempos de reacción ha permanecido casi invariable durante casi treinta años³ [MIL68][CAR91]:

- 0.1 segundos es el límite para que el usuario perciba que el sistema está reaccionando instantáneamente.
- 1 segundo es el valor considerado como el límite para que el flujo del pensamiento se perciba como ininterrumpido.
- 10 segundos es el tiempo que tarda un usuario en quitar la atención en un diálogo si éste no reacciona.

Relación con los principios del DCU.

Anteriormente hemos visto que el Diseño de sistemas interactivos Centrado en el Usuario supone la mejor aproximación metodológica que permite desarrollar sistemas focalizados en las necesidades de los usuarios, en definitiva usables. Hemos visto también (punto) unos principios que determinan el DCU. Vamos a intentar establecer una relación de estos principios con los atributos de la usabilidad anteriormente determinados.

Fácilmente puede intuirse que los conceptos determinados como principios para el DCU están estrechamente relacionados con los atributos de la usabilidad, pues en el fondo tratan de caracterizar un mismo comportamiento desde dos ángulos diferentes, pero muy próximos.

La siguiente tabla muestra cada uno de los principios del DCU y su relación con los

³ A pesar de que estos tiempos se establecieron, como hemos visto, hace mucho tiempo siguen siendo igualmente válidos, no en vano son tiempos relacionados con parámetros relacionados con los factores humanos, que no han cambiado.

atributos de la usabilidad desde el punto de vista de los diferentes autores anteriormente mencionados:

Principios DCU	Atributos de usabilidad
Diseño para los usuarios y sus tareas.	<ul style="list-style-type: none"> • Adecuación a las tareas [DIX93] • Restricciones (físicas, lógicas y culturales) [PRE94][NOR86] • Memorizable [NIE93]
Consistencia.	<ul style="list-style-type: none"> • Consistencia ← familiar, generalizable [DIX93] • Consistencia [DIX93][PRE94][NOR86] • Memorizable [NIE93]
Diálogo simple y natural.	<ul style="list-style-type: none"> • Familiar [DIX93] • <i>Affordance</i>, adecuación [PRE94][NOR86] • Eficiencia de uso [NIE93]
Reducción del esfuerzo mental innecesario del usuario.	<ul style="list-style-type: none"> • Disminución de la carga cognitiva, predicción, <i>affordance</i> [PRE94][NOR86] • Fácil de aprendizaje [DIX93][NIE93]
Proporcionar realimentación adecuada.	<ul style="list-style-type: none"> • Tiempo de respuesta, <i>feedback</i> [PRE94][NOR86] • Eficiencia de uso, satisfactorio [NIE93]
Proporcionar mecanismos adecuados de navegación.	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad (iniciativa diálogo, multi-threading, migración tareas, sustitución, personalización) [DIX93] • Visibilidad, memorizable [NIE93] • Adecuación [PRE94][NOR86]
Dejar que el usuario dirija la navegación.	<ul style="list-style-type: none"> • Flexibilidad (iniciativa diálogo, multi-threading, migración tareas, sustitución, personalización) [DIX93] • Satisfactorio [NIE93]
Presentar información clara.	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidad aprendizaje [DIX93][NIE93] • Observabilidad [DIX93] • Adecuación, satisfactorio [NIE93]
El sistema debe ser amigable.	<ul style="list-style-type: none"> • Familiar, observable, recuperable [DIX93] • Tolerante a errores [NIE93]
Reducir el número de errores.	<ul style="list-style-type: none"> • Recuperable, robustez (o solidez) [DIX93] • Tolerante a errores [NIE93]

Tabla c3_6: Relación existente entre los principios del Diseño Centrado en el Usuario y los atributos de la usabilidad

En la tabla puede verse que *los “conceptos de base” relacionados tanto por el DCU como por las diferentes denominaciones que cada autor realiza de los atributos de la usabilidad* (e incluso de las diferentes clasificaciones que cada uno de ellos realiza) en definitiva *son los mismos*. Siempre podemos encontrar una asociación de conceptos directa o indirectamente relacionados que no hacen más que demostrar que la finalidad y el significado son los mismos y la única diferencia está en la particular forma de presentar los conceptos y los también particulares criterios de agrupación.

Componentes de la Usabilidad de la ISO 9241-11

En relación a las interfaces multimedia el estándar ISO 9241-11 expande la definición convencional de la usabilidad vista en cinco componentes [ISO98]:

- La *Usabilidad Operacional* es el sentido convencional de usabilidad que concierne al diseño de rasgos gráficos de la interfaz de usuario como menús, iconos, metáforas y la navegación hipertexto.
- La *Entrega de la Información* constituye un interés principal para cualquier uso intensivo de la información (por ejemplo, la multimedia) y levanta cuestiones de selección de medios de comunicación, integración de los mismos y el diseño para la atención.
- *Estudio y aprendizaje*: El entrenamiento y la educación son dos mercados importantes para las tecnologías multimedia, de ahí que el aprendizaje de los productos junto con sus contenidos son atributos de calidad claves.
- *Utilidad*: En algunas aplicaciones este factor hace referencia a la funcionalidad que apoya las tareas del usuario, en otros la entrega de la información y el estudio representarán el valor percibido por el usuario.
- *Apariencia*: Sin duda alguna la capacidad de atraer, de seducir o incluso de fascinación de las interfaces multimedia es un aspecto clave de las mismas, que deben ser capaces no sólo de atraer, sino también de motivar a los usuarios de la misma manera que deben ser fáciles de utilizar y de aprender.

20.1.5. Atributo de calidad del software

En los tiempos actuales el sello de calidad en la fabricación de cualquier producto cobra una importancia relevante para determinar si un producto es mejor o peor que otro. En el desarrollo de sistemas interactivos este factor no pasa desapercibido hasta el punto que actualmente la usabilidad es considerada como un atributo de calidad en el desarrollo del software que es recogido en diversas clasificaciones de atributos de calidad [ISO01][IEE98][BOH78]. La percepción cada vez mayor de la importancia de la usabilidad se afirma que éste es uno de los atributos de calidad que se consideran más críticos en el proceso de desarrollo de software. Y dadas las ventajas que puede proporcionar debería ocupar un lugar relevante como factor de calidad estratégico [CON99].

Anteriormente, concretamente en el apartado , observamos que la usabilidad es un atributo para garantizar la calidad de una aplicación que se encuentra al mismo nivel que la propia funcionalidad del mismo.

Si bien los desarrolladores desearían conocer qué atributos incorporar en el código para reducir el “esfuerzo requerido para su uso”, o sea “para proporcionar usabilidad”, la presencia o ausencia de atributos predefinidos no puede asegurar dicha característica, igual que no hay manera fiable para predecir el comportamiento de los usuarios con el producto final [BEV99].

20.1.6. La usabilidad en la web

La web es un entorno en el que el poder está en manos de los usuarios: El usuario, que es quien hace clic en el ratón, es quien toma todas las decisiones. Y como resultado de las enormes posibilidades que ofrece y de su facilidad de ir de unos sitios a otros —es tan fácil ir a cualquier otra parte, que la competencia de todo el mundo está a un solo clic [NIE00]— los usuarios de Internet exhiben una *impaciencia* y una *insistencia* enormes para recibir *satisfacción inmediata*. Si no se imaginan cómo usar un sitio web en un máximo de uno o dos minutos terminan por pensar que no merece la pena perder el tiempo... y se van.

Los visitantes del centro excursionista, por poner un ejemplo, son personas preocupadas por el montañismo, los entornos naturales y temas relacionados. Cuando acceden a “su” sitio web lo que menos les importa es *cómo funciona el sitio*; desean conocer cuales son las próximas excursiones, cuál es la mejor ruta para subir a una determinada cima, el lugar y las fecha de una determinada exposición fotográfica sobre una expedición al Everest o donde encontrar información sobre alimentación naturista. La usabilidad del sitio es determinante, pues si la interfaz pasa desapercibida les proporcionara la confianza suficiente para que, sin darse cuenta, se convierta una herramienta tan de uso tan común como lo es su mochila o los mapas cartográficos.

J. NIELSEN en uno de sus *Alertboxes*, que quincenalmente publica en Internet, destaca que el porcentaje medio de éxito del usuario en sitios de comercio electrónico alcanzan solamente al 56%, y la mayoría de los sitios sólo cumplen con una tercera parte de las guías de usabilidad documentadas [NIE01b].

Por otra parte, el gráfico siguiente muestra que el 40% de los empleados no pueden encontrar lo que buscan en su propia Intranet [WCC00].

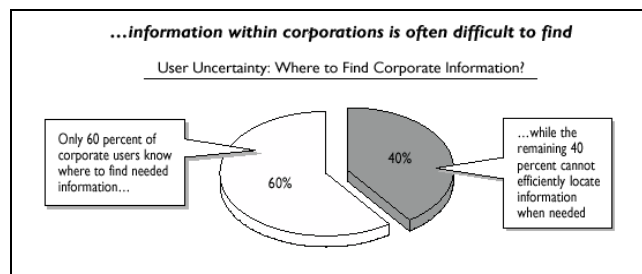


Figura c3_7: Working Council for Chief Information Officers Report

Y los profesionales de la usabilidad de IMB argumentan que *“aunque no suele pensarse en ellos de la siguiente forma, vuestros clientes y socios de negocio son usuarios de vuestros productos, servicios, sistemas y sitios web. De hecho, son vuestros usuarios internos. ¡Si vuestros usuarios no entienden cómo usar algo, simplemente no lo usaran!. Y si no lo usan, perdéis!. Si alguna parte de vuestro negocio les hace la vida difícil, debéis creer que difícilmente realizarán negocios con vosotros. ¡En el entorno de negocio actual, un problema de usabilidad es un problema de negocio!”* [IBMEOUb]

Somos conscientes de que la web se está convirtiendo en un elemento clave tanto en el desarrollo de las empresas como de las instituciones, ofreciendo todas ellas información y una amplia gama de servicios a través de la misma.

En enero de 2000 se estimaba el número de usuarios de Internet en unos 10 millones en todo el mundo, a finales del mismo año de unos 25 millones y de unos 100 millones era la estimación a finales del año 2002. Internet, como se ve, es un medio

que se extiende rápidamente y a un ritmo imparable proporcionando cada vez más posibilidades y servicios a sus usuarios.

A pesar de estos datos, el informe de enero del 2003 de la Asociación para la Investigación de Medios de Comunicación, AIMC, constata que la penetración del uso de Internet en España es aún bastante reducida, llegando tan sólo a un 22,6% del total de españoles [AIM03], lo que demuestra que el uso de Internet, por extraño que parezca, sigue sin llegar todavía a la mayoría de la población y sin ser indispensable para un extensa parte de la misma. El número de usuarios potenciales es aún muy grande y conseguir convertir a este sector de población en "internautas" y/o futuros clientes *on-line* dependerá directamente de su facilidad de uso, es decir, de su usabilidad.

Dicha usabilidad aporta el enfoque imprescindible para que las páginas de una empresa o entidad tengan el suficiente atractivo como para que el visitante no sólo se quede y las visite, sino que, además, regrese en el futuro. Y para ello el diseño de las páginas, sus funciones, mensajes y contenidos deben estar diseñados e implantados para que lo pueda usar cualquier persona.

Para acabar, mencionar que la usabilidad asume cada día una parte mucho más importante de la economía de Internet. En el entorno tradicional de los productos físicos los usuarios no pueden experimentar la usabilidad hasta que lo pagan y lo adquieren. *La web invierte la imagen*: ahora, los usuarios experimentan la usabilidad de un sitio antes de que se hayan comprometido a usarlo y, por supuesto, antes de que hayan pagado nada por ello.

Resumiendo, en el diseño de productos software, los usuarios pagan de antemano y experimentan la usabilidad después, una vez tienen el software instalado en sus ordenadores mientras que en la web primero experimentan la usabilidad (acceden a la página principal y navegan con el propósito de satisfacer sus objetivos personales) y después, si han quedado satisfechos, pagan [NIE00].

Problemas de usabilidad en la web

Tras ver algunas de las principales características relacionadas con la usabilidad, el paradigma web nos plantea de forma genérica algunos problemas como los siguientes relacionados con:

- *La percepción*: Un mismo estímulo puede conducir a interpretaciones sumamente diversas. Cuando, por ejemplo, un conjunto de páginas está diseñado de acorde a cómo la información está físicamente almacenada en vez de cómo ésta debe ser presentada para su comprensión plantea un tipo de problema relacionado con este estímulo perceptivo. Como también lo plantean el icono estándar de la carpeta, inadecuado para los países en donde los documentos se almacenan tradicionalmente en las cajas de cartón [MAR96a] o la diferente interpretación del color rojo, que representa peligro en América pero la felicidad en China⁴.
- *La memoria*: Cuando se desorienta al navegante motivando preguntas como ¿dónde estoy ahora?, ¿cómo he llegado aquí?, ¿qué debo hacer para...? o cuando los usuarios tienen que

⁴ Puede observarse que algunos de los problemas relacionados con la percepción están también estrechamente ligados a los problemas de la internacionalización.

recordar un elevado número de ítems.

- *La tecnología*: Cada vez con más frecuencia la información que las webs muestran provienen de datos almacenados en bases de datos, conllevando inconvenientes de usabilidad derivados de una falta de concordancia entre la información mostrada con los datos reales almacenados en la base de datos. La lentitud de las descargas, los enlaces no actualizados o las descargas que el usuario “no controla” son otros de los problemas relacionados con la parte tecnológica de la web [BRI02].
- *La internacionalización*: Entender al usuario, como ya hemos visto, es un factor clave relacionado con la usabilidad que no podremos resolver sin considerar su bagaje (*background*) cultural. Esto sugiere que necesitemos desarrollar modelos culturales que pueden ser modelados de varias formas [HOF96][MAH98].

Tenemos, por una parte, los factores “abiertos” que son características tangibles, obvias de una cultura, tales como calendarios, unidades de la medida o juegos de caracteres, y, ciertamente, algunos de estos factores incorporan “rastros de la historia cultural” (el hecho de que Australia, por ejemplo, comparte el mismo formato del calendario y de fecha que Inglaterra proporciona información sobre su bagaje), sin embargo, los factores abiertos por sí mismo tienden a no ofrecer penetraciones culturales profundas (son las convenciones diarias bajo las que una sociedad funciona y debe ser apoyada en software).

Mientras que por otra tenemos los factores “ocultos”, que son aquellos aspectos complejos y “vagamente definidos” de una sociedad, fácilmente malentendidos por los forasteros y, a veces, tan sutiles que pueden pasar inadvertidos. El estilo de la comunicación (verbal y no-verbal), los significados de símbolos o las técnicas para resolver conflictos son ejemplos de factores culturales ocultos.

20.1.7. ¿En qué momento se debe 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 librar el sistema, producto o servicio a sus destinatarios.

En la primera fase de todo 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 deben 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.

Esta idea de tener constantemente presente la usabilidad del sistema marcará, como

posteriormente veremos, enormemente la propuesta del motivo principal de esta tesis.

En el caso de la tienda *on-line* si nos planteamos la usabilidad del mismo en la fase final recurriendo por ejemplo a un experto en usabilidad será más que probable que se encuentren errores y/o mejoras que difícilmente podrán implementarse, bien sea por motivos técnicos o por motivos económicos.

20.2. Accesibilidad

Accesibilidad significa proporcionar flexibilidad para acomodarse a las necesidades de cada usuario y a sus preferencias y/o limitaciones.

Los seres humanos son diferentes entre sí y en un mundo ideal todas las interfaces de usuario deberían acomodarse a esas diferencias, de tal modo que cualquier persona fuera capaz de utilizarlas sin problemas, sin que nadie se vea limitado en el uso de algo por causa de esas diferencias personales. 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 [ABA02a].

Las capacidades y aptitudes de todas las personas difieren de unas a otras. Existen grupos de población que tienen alguna limitación funcional que les impide acceder a facilidades que desearían, deberían o tienen el derecho de acceder. Por poner algún ejemplo ilustrativo, pertenecen a los grupos mencionados personas con baja o nula visión y/o audición, con discapacidades motrices que les impiden el libre movimiento de sus manos o reducidos niveles de comprensión.

No saber leer puede ser considerado un tipo de discapacidad y es una carencia que tienen algunos de los usuarios destinatarios de la web de la infancia del ayuntamiento de Lleida. Somos conscientes que esta discapacidad es temporal, ya que con el tiempo aprenderán a leer pero,... éstos ya habrán crecido y los nuevos usuarios más jóvenes continuarán sin saber leer. Por tanto, no debemos olvidar que si diseñamos mal este sitio será inaccesible para una parte importante de sus usuarios.

Otro caso podría ser el sitio web de Lleida Solidària o el sitio web de los servicios personales que por razones éticas deben responder a criterios de accesibilidad.

Y por supuesto el caso más claramente marcado por un desarrollo accesible es el del niño que sufrió un accidente que le dejó secuelas en forma de discapacidad cognitiva, para el que se ha diseñado un sistema interactivo que le permite comunicarse con el resto de personas.

Y evidentemente todos los demás casos de uso presentados deben tener en consideración la accesibilidad en sus desarrollos.

Tim Berners-Lee, inventor de la World Wide Web y actualmente director del consorcio W3C (ver el apartado .) argumenta lo siguiente:

El poder de la web está en su universalidad. Un aspecto esencial es el acceso para todo el mundo sin importar la discapacidad.

Hemos mencionado que el uso de Internet permite el acceso a todo tipo de recursos y de servicios, pero, nos hemos planteado alguna vez la siguiente pregunta: **¿Es realmente Internet una herramienta para todos?**

Cuando las personas ciegas utilizamos Internet, no estamos surfeando⁵, nos estamos arrastrando. “The New York Times — Cybertimes (1996)”.

La respuesta, evidentemente, es **no**. Su desarrollo está manifestando el hecho de que las barreras (arquitectónicas) habituales en nuestras calles se manifiestan también en este medio. No podemos quedarnos con una actitud pasiva ante este desagravio hacia una parte importante de la población.

Un estudio realizado por el O.C.A.E.S. (Observatorio Complutense de Accesibilidad a la Educación Superior-Universidad Complutense de Madrid) realizado a finales del año 2002 [ZUB02] pone de manifiesto la baja (o nula) adaptación a las discapacidades de las páginas web, tanto de las universidades (sólo el 18% son accesibles) y de las administraciones locales españolas (0%) [ALB03]:

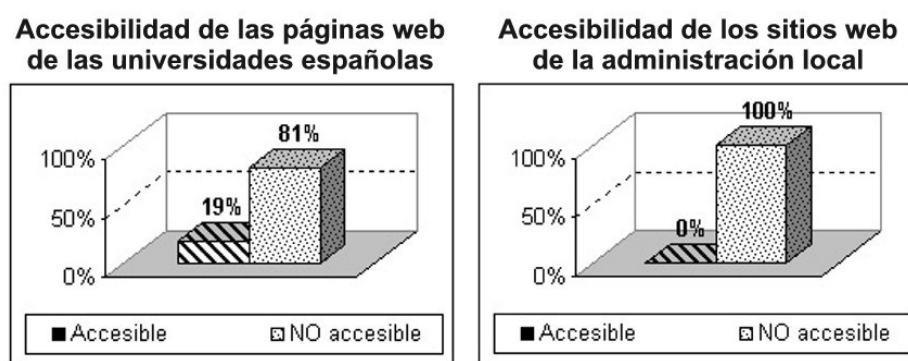


Figura c3_8: Niveles de accesibilidad de los sitios web de las universidades y las administraciones locales españolas a finales del año 2002

Sin embargo, personalmente argumentaría más el poder *de todos los sistemas interactivos* está en su universalidad. No debemos pensar que la web, como medio más utilizado hoy en día, es el único que necesita ser accesible.

El factor de proporcionar accesibilidad a los sistemas interactivos por las personas es tan importante que recientemente el estándar ISO ha publicado la especificación técnica ISO/TS 16071 [ISO03] enmarcada en las especificaciones ergonómicas para que sirva de guía para el diseño de interfaces de ordenador para las personas.

Esta especificación técnica insiste en la necesidad de considerar los aspectos sociales y legislativos para eliminar aquellas barreras que impiden que personas con necesidades especiales puedan participar en las actividades de la vida diaria incluyendo cualquier tipo de servicio, producto o información.

Es importante destacar que la accesibilidad se proporciona mediante una combinación de hardware y software: El primero proporciona los mecanismos físicos que permiten salvar ciertas discapacidades y el segundo proporciona la manera eficaz de acceder a las funcionalidades e informaciones para estos dispositivos y a otros programas (por ejemplo, un navegador web). La especificación técnica mencionada hace referencia sólo a los aspectos del componente software.

Existen mecanismos y herramientas que se adaptan al ordenador a la vez que existen

⁵ El término *surfear* es habitualmente utilizado en el argot de Internet para enfatizar la velocidad en la navegación a través del mar de enlaces que conforman la web.

estudios y guías para desarrollar aplicaciones (preferentemente enfocadas a la web) que permiten facilitar el uso a las personas con discapacidades.

20.2.1. Accesibilidad de las interfaces

Las barreras que los usuarios discapacitados y personas de edad avanzada encuentran para interactuar con sistemas interactivos están relacionadas principalmente con la interfaz de usuario e incluyen las dificultades físicas para manipular los dispositivos y las barreras cognitivas para entender los procedimientos y la navegación. Los estudios realizados con usuarios evidencian la necesidad de interfaces adaptables que permitan el control de dispositivos y servicios a través de sistemas interoperables integrados en un entorno inteligente [ABA03].

Por ejemplo, una persona con baja visión que usa un ampliador de pantalla encontrará borrosos, y a menudo ininteligibles al ser ampliados, los textos presentados como imágenes.

Un lector en Braille procesará siempre una tabla a modo de tabla, mientras que el sitio ha utilizado las tablas para el diseño, lo que hace incomprensible la página. Un lector en Braille también leerá las etiquetas ALT del sitio, sin embargo, si las etiquetas ALT (el atributo ALT) están vacías o no explican el objetivo del elemento, el usuario no sabe qué hay en la pantalla.

Sin la codificación apropiada, la mayoría de estas herramientas no puede descifrar información importante, dejando frustrado al usuario final.

Accesibilidad física

Las interfaces estándar se basan en el uso de dispositivos de interacción más comunes: el teclado y el ratón para la entrada de datos y la pantalla (y ocasionalmente los altavoces para señales audibles) para la salida. El uso de estos dispositivos requiere determinadas capacidades físicas: La *entrada* demanda precisión y coordinación motora, además de coordinación visual-motora para el manejo del dispositivo apuntador, y la *salida* requiere capacidad visual y ocasionalmente auditiva.

Los seres humanos presentan gran diversidad en sus discapacidades, de manera que una fracción importante de la población no alcanza los mínimos necesarios para manejar estos dispositivos de manera adecuada. Esto puede ocurrir por diversas causas, tales como el envejecimiento, discapacidad o por estar realizando simultáneamente otra tarea (como conducir o trabajar). Este último caso se ha introducido recientemente al conjunto de necesidades especiales debido a la enorme expansión de los dispositivos ubicuos, que pueden ser utilizados mientras el usuario se desplaza o realiza actividades diversas.

En relación tanto a la accesibilidad cognitiva como a la física es de destacar la investigación que está liderando el científico español José del Rocío MILLÁN en el *Institute Dalle Molle d'Intelligence Artificielle Perceptive* desarrollando el proyecto denominado *Adaptive Brain Interfaces*, ABI, que resumidamente consiste en desarrollar un sistema que permite transmitir órdenes a un equipo informático mediante las ondas cerebrales del individuo [MIL03]. Es indudable que los primeros en beneficiarse de tecnologías como la de este proyecto serán las personas con graves deficiencias físicas, aunque todavía falta para que esta tecnología sea una realidad cotidiana. Las aplicaciones van a ir desde facilitar la comunicación (teclados virtuales para la escritura de mensajes o navegadores Internet) hasta el control de dispositivos externos (como luces, televisores, puertas, etc.) que incluso les pueden proporcionar autonomía motora mediante el manejo de una silla de ruedas o de un brazo artificial.

Accesibilidad cognitiva

Las interfaces regulan el diálogo usuario–aplicación mediante una serie de procedimientos que incluyen las órdenes disponibles, los procedimientos de navegación, etc. Estos elementos se encuadran en un modelo de la tarea a realizar que suele ser explicitado como una metáfora de la misma actividad realizada sin la ayuda del ordenador. Para conseguir un uso adecuado la persona debe comprender los procedimientos, las metáforas, la navegación, etc., lo que en definitiva depende del ajuste entre la “visión del mundo” que tiene el usuario y la que tiene la aplicación.

También las capacidades cognitivas de los usuarios son muy diversas [CAÑ01b]. Además del envejecimiento y las discapacidades cognitivas, aspectos tales como el uso de un idioma diferente de la lengua materna o la disminución de la atención al realizar otra tarea simultáneamente pueden influir en la capacidad cognitiva, por lo que también es necesario tener en cuenta esta diversidad a la hora de diseñar métodos de interacción.

A pesar de que este tipo de barreras afectan a un colectivo muy amplio, que incluye a personas consideradas como capacitadas, los estudios de accesibilidad cognitiva están menos desarrollados que los de accesibilidad física.

Diseño Universal o Diseño para Todos

Usualmente las interfaces se diseñan pensando en una persona estándar con todas las capacidades físicas y cognitivas, lo que frecuentemente deja fuera a los colectivos de personas con “*necesidades especiales*”. El **Diseño Universal**, conocido también como **Diseño para Todos**, tiene como objetivo diseñar interfaces que no presenten barreras de accesibilidad [DFA]. Para ello, es necesario que la interfaz admita el uso de dispositivos de interacción alternativos, adecuados a las capacidades físicas de cada usuario.

Respecto de la necesidad de tener en cuenta la diversidad de capacidades cognitivas, es necesario, por ejemplo, limitar la necesidad de memorizar datos, utilizar metáforas adecuadas a las diversas culturas, a las experiencias previas de los usuarios y al pensamiento humano en general [HOR02] para producir, por ejemplo, sistemas de navegación coherentes e intuitivos (podemos observar que diseñar de acuerdo a estándares favorece el diseño para todos).

No sólo se trata pues de accesibilidad para personas con discapacidad, se trata del 'Diseño para Todos'. Realizando los cambios requeridos por las personas con discapacidad se beneficia a todos.

Los ejemplos incluyen a personas con módems lentos que desactivan las imágenes, personas que navegan por la web mientras conducen un automóvil e incluso médicos que acceden a la web mientras sus manos están ocupadas con una intervención de cirugía⁶.

Así pues, el Diseño Universal supone una estrategia cuyo objetivo es la realización y la composición de los diferentes entornos y productos accesibles y comprensibles, a la vez que usables, en todo el mundo, en la mayor o menor medida y de la forma

⁶ Cita de David Clark Webmaster del Centro de Tecnología Especial Aplicada referenciada en el sitio web de la Fundación SIDAR (<http://www.sidar.org>).

más independiente y natural posible, sin la necesidad de adaptaciones ni soluciones especializadas de diseño.

En el diseño para todos se interviene sobre los entornos, productos y servicios con la finalidad de que todo el mundo, incluyendo generaciones futuras, independientemente de la edad, el género, las capacidades o la cultura, puedan participar en la construcción de nuestra sociedad, con *igualdad de oportunidades* para participar en actividades económicas, sociales, culturales, de ocio y recreativas y puedan acceder, utilizar y entender cualquier parte del entorno lo más independientemente posible.

Existen unos Principios de Diseño Universal [TCU97] redactados por un grupo de expertos que sirve de guía para evaluar la incorporación de la accesibilidad en el diseño de los sistemas interactivos. Estos criterios que definen el diseño utilizable para todos no tienen en cuenta aspectos como la estética, el coste, la seguridad o el respeto a la diversidad, aunque deben estar presentes durante el proceso de diseño.

En el escenario europeo existe el grupo de trabajo que forma parte de ERCIM⁷ denominado "*User Interfaces for All*" [UI4ALL] que sistemáticamente promueve la realización proactiva de principios de Diseño para Todos en el área de la IPO. Este grupo trata el desarrollo de interfaces de usuario de aplicaciones interactivas y servicios telemáticos propiciando el acceso y la usabilidad universales para todos los usuarios potenciales, incluyendo personas con diferencias culturales⁸, educativas, de entrenamiento y de empleo, usuarios de ordenadores noveles y expertos, los muy jóvenes, y personas con diferentes tipos de discapacidades, todos ellos interactuando con diferentes plataformas tecnológicas en contextos de uso distintos [STE01].

20.2.2.Una necesidad general

Una de los aspectos que debemos tener en mente es que todos en algún que otro momento somos discapacitados o podemos serlo. El estándar ISO/TS 16071 [ISO03] destaca que *tener una discapacidad debe ser visto como un elemento natural de la vida humana*, pues todos podemos, en algún periodo de nuestra vida, vernos afectados por diversas circunstancias que nos dificulten usar y acceder a sistemas, productos y servicios. Incluso aquellas personas que en principio disponen de todas sus capacidades pueden, en determinadas circunstancias, considerarse de este grupo.

Cuando en nuestra ciudad se adaptan las infraestructuras urbanas (aceras, autobuses, etc.) con rampas para facilitar el acceso a personas que van en sillas de ruedas no sólo éstas se ven favorecidas con el cambio. Las personas que llevan los cochecitos de sus hijos, los carteros, las personas mayores que tienen dificultades para subir y bajar aceras se benefician agradablemente de estas mejoras. Vemos, pues, que una mejora pensada para un colectivo concreto favorece a más personas

⁷ ERCIM es el acrónimo de *European Research Consortium for Informatics and Mathematics* (<http://www.ercim.org>).

⁸ La diversidad cultural puede ser vista de varias maneras. Para profundizar sobre este tema son muy recomendables los trabajos de Geert HOFSTEDE recogidos en [HOF97] (está prevista la aparición de la tercera edición durante la primavera de 2004).

de las que en un principio se había previsto.

Este fenómeno se repite al diseñar sistemas interactivos accesibles. Así, tenemos que si un sistema es accesible también beneficia a:

- *Personas de edad avanzada.* La población mundial cada día envejece más, por tanto, el número de usuarios que carecen de una parte de sus capacidades físicas y/o mentales también aumenta.

El informe anteriormente mencionado [AIM03] también muestra que del total de usuarios de Internet españoles el 89,2% corresponde al rango de población de menos de 45 años, de lo que podemos deducir que si pretendemos un acceso a *Internet para Todos* queda mucho camino por recorrer. La población de edad más avanzada es —como era de suponer— quien utiliza menos estos servicios, por contra es quien dispone de más probabilidades de discapacidades. Por contra, y afortunadamente, el estado del bienestar hace que este sector de la sociedad sea cada día más numeroso.

Una vez realizado el análisis de la audiencia correspondiente a la Arquitectura de la Información (ver los puntos y el) las personas de edad avanzada será uno de los colectivos que dispondrá de mayor número de servicios de la web de los servicios personales de Lleida. Sería del todo inútil diseñar dicha web de forma “inaccesible para un gran número de sus usuarios”.

- *Personas muy jóvenes.* El caso contrario del anterior también puede ser considerado una forma de discapacidad, sobre todo debido a la falta de adquisición de muchos conocimientos propios de edades primarias.

Durante el desarrollo de la Web de la Infancia [PER03] encontramos innumerables problemas a solucionar para que una parte importante del público al que iba destinada dicha web pudiese acceder a ella; por poner un ejemplo los más pequeños (3–5 años) no saben leer, lo que les supone una discapacidad dependiendo de como se les muestre la información.

- *Personas con dispositivos lentos o antiguos.* La tecnología avanza a un ritmo vertiginoso y no todo el mundo dispone de los medios necesarios para, o simplemente no quiere, readaptarse constantemente a los nuevos cambios. Existe además zonas de población (núcleos pequeños, de montaña, etc.) donde la tecnología llega con bastante retardo respecto a lo que lo hace en las grandes concentraciones humanas.

Los responsables de la ONG Lleida Solidària realizan proyectos en países o en zonas que carecen de necesidades básicas, necesidades que por otra parte son comunes en nuestra sociedad. Una vez superadas las carestías básicas el acceso a las TIC será, probablemente, un servicio a establecer. Estas zonas cuentan, o contarán, con infraestructuras funcionando de forma precaria. Si pretendemos que la web de la ONG pueda servir en parte como instrumento de comunicación entre las personas de las zonas donde se realizan los proyectos —ya sean los propios habitantes del lugar o los técnicos que se han desplazado para supervisar o implantar los diferentes proyectos— el retardo tecnológico no debe ser una barrera de acceso al sistema.

- *Personas con dispositivos muy modernos.* Caso contrario al anterior, los dispositivos recién aparecidos encuentran multitud de dificultades debido a que las infraestructuras no suelen estar preparadas para dichos mecanismos.
- *Personas con discapacidades temporales.* Pongamos un par de ejemplos para ilustrar el amplio abanico de discapacidades temporales que podemos sufrir:

- Una persona diestra que realiza su trabajo diario con la ayuda de un ordenador de sobremesa y debido a una operación en el codo derecho tiene inmovilizada dicha extremidad durante unas semanas, esta persona tiene dificultad o discapacidad temporal con el uso de los dispositivos habituales como son el teclado y el ratón.
- Una persona que se encuentra en un país del cual desconoce su lengua padece un cierto grado de discapacidad temporal al ver limitadas sus capacidades de expresión.

Las personas con discapacidades temporales, precisamente por ser conscientes de dicha temporalidad, no suelen adoptar medidas para saltar dicha discapacidad, siendo por ello necesario que las características del sistema sean muy fáciles de encontrar y aprender.

- Y evidentemente, a las *personas con cualquier discapacidad* de las reconocidas como tales.

Hemos visto que en el desarrollo de aplicaciones accesibles sucede lo mismo que pasaba con las infraestructuras urbanas: La mejora se realiza para favorecer el acceso a un determinado colectivo que está en clara minoría, pero el resultado es una mejora de dicho acceso para un número mayor de personas.

Por su parte, la **Tecnología de la Rehabilitación**, que ha desarrollado múltiples dispositivos para las personas con diversas limitaciones motoras, visuales, etc., ha tenido una enorme influencia en la IPO. Muchos de los dispositivos de interacción no estándares que hoy en día son utilizados por un público más amplio fueron inicialmente concebidos para personas con discapacidad [ABA02b]. Sistemas de captación de señales eléctricas del cerebro [WIC03][MIL03] constituyen algún ejemplo de este tipo de interfaces pensadas para personas con discapacidad que seguramente en un futuro tendrán aplicaciones más amplias destinadas a públicos muy diversos.

El siguiente cuadro nos resume los tipos de discapacidades y los colectivos afectados, ya sea de forma temporal o regular:

Tipo de discapacidad	Personas afectadas	Situaciones que provocan esta discapacidad a otras personas	Tecnologías de Rehabilitación
Sin visión	- Ciegos.	- Ojos ocupados (conducción). - En la oscuridad.	- Lectores de pantalla.
Poca visión	- Con limitaciones visuales (pérdida parcial de la visión, deficiencias en la percepción de los colores,...).	- Visor pequeño. - Ambiente con humo.	- Pantallas más grandes. - Fuentes mayores. - Aumento del contraste. - Ampliadores de pantalla.
Operable sin poder oír	- Sordos.	- Entornos muy ruidosos. - Oídos ocupados. - Silencio forzado (bibliotecas).	- <i>Show sounds</i> (presentar la información auditiva en formato visual).
Oído limitado	- "Duros de oído" (dificultad para distinguir cambios de frecuencia sonora o de localización de sonidos).	- Entornos ruidosos (discoteca).	- <i>Show sounds</i> .

Impediment o físico	- Con funciones motoras limitadas (problemas de coordinación, debilidad, dificultad de movimiento en extremidades).	- Vestir vestidos especiales (astronautas, bomberos,...). - Dentro de un vehículo que se balancea.	- <i>Eye tracking</i> . - Teclados en la pantalla. - Reconocedores de voz. - Dispositivos apuntadores alternativos.
Impediment o cognitivo	- Con discapacidades cognitivas (dificultad al recibir información, de procesarla y de comunicarla). - Hiperactivos. - Disléxicos.	- Situación de distracción. - Situaciones de pánico. - Bajo la influencia del alcohol.	- Texto resaltado (para problemas de lectura). - Reconocedores de voz (para problemas de escritura).
Operable sin poder leer	- Ciertas discapacidades cognitivas.	- De visita a un país del cual se desconoce el idioma. - Olvido de las gafas de lectura.	- Internacionalización del software. - Texto resaltado.

Tabla c3_7: No sólo las personas con necesidades especiales necesitan la accesibilidad. El cuadro muestra algunas de las situaciones en las que personas sin necesidades especiales pueden necesitar interfaces accesibles

20.2.3.Motivos para diseñar de forma accesible

A pesar de todo lo mencionado, lo cierto es que la accesibilidad aún es vista hoy en día como una dificultad añadida al diseño de aplicaciones, no obstante, muchas son las **razones** que podemos encontrar **para diseñar de forma accesible**. La accesibilidad constituye:

•Un beneficio social.

El creciente uso de Internet en todas las áreas de la sociedad hace que la accesibilidad represente un paso adelante para la independencia de aquellos individuos con discapacidades. La accesibilidad en las páginas web incrementa las posibilidades laborales y educativas, a la vez que permite a las personas con discapacidades participar en actividades cotidianas como leer el periódico o realizar la compra semanal.

Realizar este ejercicio en todas las aplicaciones interactivas, y no sólo en las basadas en el paradigma web, incrementa aún más el número de personas beneficiadas.

•Un aspecto regulado por la ley.

Muchos países cuentan con legislación sobre la accesibilidad de las aplicaciones informáticas que prestan servicios públicos. Se exige por ley que la información de las páginas de Internet de las administraciones públicas adopten las medidas necesarias para que sea accesible a personas con discapacidad y de edad avanzada.

Además, también se están desarrollando normativas y códigos éticos y de buenas prácticas para la industria y el comercio electrónicos.

En España directamente nos conciernen:

- La Norma UNE EX 139802 [UNE03].
- La Iniciativa eEurope (ver punto).

- El Plan de Acción Info XXI [INF03].
- La Declaración de Madrid [DEC02].
- La Ley 34/2002, de 11 de julio, de servicios de la sociedad de la información y de comercio electrónico (LSSICE) [LSS02].

En el anexo Accesibilidad encontramos los puntos anteriores que afectan a la implantación de políticas de accesibilidad en España más explicados. En el mismo anexo se muestran referencias a regulaciones con el mismo objetivo, tanto en el marco europeo como en el sudamericano o en el norteamericano.

• **Un aspecto de creciente interés apoyado por entidades gubernamentales.**

Igual que en las leyes anteriores se ha observado un creciente interés tanto a nivel nacional como internacional respecto a la accesibilidad en general y su aplicación a los sistemas interactivos en particular.

En España se ha publicado recientemente el *1 Plan Nacional de Accesibilidad 2004-2012* [MTA03]⁹.

• **Un beneficio para todos los usuarios.**

Como ya se ha comentado anteriormente, el beneficio de la accesibilidad no repercute solamente en las personas que realmente lo necesitan, sino que otros colectivos también se ven favorecidos con estas adaptaciones.

• **Un beneficio a nivel tecnológico.**

El diseño accesible fomenta el uso de diversas utilidades de los sistemas operativos y de los navegadores (no se apuesta únicamente por los dos más utilizados).

Una página web debe ser accesible tanto si se utiliza un lector de pantalla, un dispositivo Braille o un puntero de cabeza. Haciendo que las páginas soporten estos otros navegadores se consigue que éstas estén disponibles para otros dispositivos tipo teléfonos móviles o PDA.

Imaginemos las enormes posibilidades interactivas que nos proporcionarían investigaciones como las del grupo de investigación suizo de J. MILLÁN: ¿Seremos capaces algún día de manipular nuestro ordenador, coche o lavadora tan sólo con la mente? [WIC03][MIL03].

• **Un beneficio económico.**

La accesibilidad ofrece el potencial necesario para que las organizaciones y empresas adquieran nuevos clientes y nuevos mercados.

Con un par de ejemplos estadísticos reales constataremos que este número de posibles clientes no es insignificante.

Un estudio realizado por el U.S. Census Bureau titulado *Americans with Disabilities* del año 1997 [CBU97] revela que el 19,7% de los norteamericanos padece algún tipo de discapacidad y el 12,3% padece discapacidades severas.

⁹ En el anexo Accesibilidad se explica con un poco más de detalle el plan.

Otro estudio similar español del año 1999 titulado *Encuesta sobre discapacidades, deficiencias y estado de la salud 1999*, realizado por el Instituto Nacional de Estadística revela que el número de españoles con discapacidades asciende al 9% del total de la población [INE99].

20.2.4.La accesibilidad en Internet

Se incluye este subapartado más por consistencia con el resto del documento que por propia necesidad, pues, aunque no debería ser así, no se empezó a tomar conciencia de la vital importancia que la accesibilidad de las aplicaciones interactivas representaba hasta el momento de la explosión de la web, por lo que se hace evidente y indivisible hablar hoy en día de accesibilidad y su implicación en el paradigma web.

Aun así, es evidente que el acceso a los servicios que Internet proporciona —compras *on-line*, predicciones meteorológicas o trámites administrativos— y extiende un inmenso marco de posibilidades que se convierten en *necesidades para aquellas personas* que desafortunadamente *tienen alguna que otra discapacidad*. Estas necesidades son directamente proporcionales al grado de dichas discapacidades convirtiéndose en una necesidad imperiosa para aquellos que más lo necesitan.

El consorcio para la web (W3C) y las normas WAI

El *World Wide Web Consortium*, o simplemente W3C (Consortio para la World Wide Web), fue creado en octubre de 1994 para conducir a la World Wide Web a su máximo potencial desarrollando protocolos de uso común que promocionasen su evolución y asegurasen la interoperabilidad. Constituyen un consorcio industrial internacional alojado por el *Massachusetts Institute of Technology Laboratory for Computer Science* (MIT/LCS) (Laboratorio de Ciencias de la Computación del Instituto de Tecnología de Massachusetts) en EEUU, el *Institut National de Recherche en Informatique et en Automatique* (INRIA) (Instituto Nacional de Investigación en Informática y Robótica) en Europa (Francia) y la *Keio University Shonan Fujisawa Campus* (Universidad Shonan Fujisawa de Keio) en Japón.

El consorcio está liderado por Tim BERNERS-LEE, creador de la World Wide Web y director del consorcio, y por Jean-François ABRAMATIC, como presidente. El W3C está formado por Organizaciones Miembro sin ánimo de lucro que trabajan en la comunidad internacional para desarrollar especificaciones y programas informáticos de referencia, que son distribuidos gratuitamente a lo largo de todo el planeta.

El compromiso del W3C de encaminar la web a su potencial máximo incluye proporcionar un alto grado de accesibilidad para las personas con discapacidades. El grupo interno de trabajo permanente conocido como *Web Accessibility Initiative* (WAI), Iniciativa para la Accesibilidad de la Red, en coordinación con asociaciones y organizaciones de todo el mundo, persigue la accesibilidad de la web a través de cinco actividades complementarias: Tecnología, normativa, herramientas (de validación y reparación), educación y formación, e investigación y desarrollo.

20.3. Guías de accesibilidad para los sistemas interactivos

A pesar de ser conscientes de que resulta imposible diseñar todos los sistemas accesibles sin la ayuda de las Tecnología de la Rehabilitación, el estándar ISO/TS 16071 [ISO03] proporciona una serie de guías generales para ayudar a los desarrolladores de sistemas a implementar software accesible.

Las guías propuestas tienen en cuenta el impacto de la accesibilidad (nivel general, primario y secundario) y la responsabilidad de su implementación (a nivel de sistema operativo o de aplicación) y su aplicación es de ámbito general.

Por su parte, la WAI dispone de sus propias normativas, que están totalmente enfocadas a conseguir la accesibilidad de las aplicaciones web.

20.4. No es lo mismo accesibilidad que usabilidad

¿Una aplicación usable es accesible?. ¿Una aplicación accesible es usable?. Aunque son conceptos que por su importancia deberían ser tratados conjuntamente y con alta prioridad en el desarrollo de aplicaciones software, los conceptos de usabilidad y de accesibilidad disponen de significado y características bien diferenciadas¹⁰.

Veamos estas diferencias a partir de los cuatro casos que pueden darse en una aplicación:

(i) Ni usable ni accesible. Desafortunadamente este es el caso más habitual en las aplicaciones interactivas. Este caso recoge aquellas aplicaciones que aun siendo accesibles para las personas “normales”¹¹ carecen de la usabilidad necesaria para utilizarlas satisfactoriamente.

(ii) Usable y no accesible. En este caso será sólo usable para quienes puedan acceder a sus funcionalidades, o mejor dicho será usable para la población para la cual ha estado implementada la aplicación. Este caso es aquel en el que para el desarrollo de la aplicación se han tenido en cuenta y aplicado las técnicas de la usabilidad.

(iii) Accesible sin ser usable. Se puede comparar con el primero en el que una parte de la población podía acceder a las funcionalidades y se encontraría con problemas de usabilidad. Aquí lo que cambia es que el abanico de población que notará esta falta de usabilidad será mayor puesto que al ser accesible el número de personas que podrá acceder a sus servicios y/o funcionalidades es mayor.

En este mismo sentido, M.F. THEOFANOS y J. REDISH se pronuncian en [THE03] defendiendo que *encontrar los puntos marcados por las pautas de la accesibilidad en el diseño de un sitio web no significa que el sitio sea usable para personas con discapacidad. Y si una web no es usable en realidad tampoco es accesible, incluso si el mismo tiene todos los puntos que la ley (de la accesibilidad) requiere.*

¹⁰ No obstante, algunos autores, e incluso el mismo estándar ISO/TS 16071[ISO03], argumentan que la accesibilidad es lo mismo que proporcionar usabilidad a personas con diversos grados de discapacidades.

¹¹ Resulta muy frívolo distinguir a personas “normales” de las que no lo son. La normalidad individual es diferente para cada uno de nosotros y puede, además, alterarse en tan sólo un instante (un accidente, operación...).

(iv) Usable y accesible. Indudablemente este es el *caso ideal* y, evidentemente, el más escaso. Representa la idea básica del diseño universal, donde además de favorecer el acceso a todo el mundo lo hace de manera usable.

Así pues, responderemos negativamente a las dos preguntas planteadas al inicio de este apartado, aunque la respuesta sería afirmativa si la pregunta se hubiese formulado así: ¿Una aplicación accesible es *más* usable?, puesto que puede ser usada por un número mayor de personas.

21. Reflexión

No hay que confundirse: *Nadie puede hacer un producto absolutamente accesible ni absolutamente usable.* En todo caso, el sistema podrá desarrollarse más accesible y/o más usable, sin embargo, siempre habrá personas que encuentren dificultades de acceso o de utilización.

En este capítulo, complementando los trabajos relacionados del capítulo anterior, se ha presentado el conjunto de aspectos básicos que son imprescindibles tener en cuenta para ser capaces de desarrollar interfaces amigables para todas las personas.

Conociendo perfectamente el usuario, los factores tanto físicos como mentales relacionados con éste, la disciplina de la Interacción Persona-Ordenador y los conceptos de la usabilidad y la accesibilidad de los sistemas interactivos tenemos todos los elementos necesarios para emprender el propósito de los capítulos siguientes que básicamente tratan de describir una metodología de diseño centrada en el usuario desde un ámbito multidisciplinar que facilite el desarrollo de sistemas interactivos y sus interfaces respectivas.

EQUIPOS DE DESARROLLO MULTIDISCIPLINARES

22.Introducción

Las referencias científicas relacionadas con la Ingeniería del Software en general y con la Interacción Persona-Ordenador en particular constantemente mencionan, sugieren y recomiendan la formación de equipos de desarrollo de sistemas interactivos compuestos por personas procedentes de disciplinas diversas o equipos multidisciplinares. Tales equipos juegan un papel determinante en el desarrollo software actual y futuro, pues complementan el papel del ingeniero software y del programador para producir sistemas que verdaderamente recojan las necesidades de los usuarios y su contexto para ofrecerles sistemas más agradables, más eficientes y, en definitiva, más fáciles de usar.

Por otra parte, y dado que este aspecto multidisciplinar es especialmente relevante en este trabajo de investigación, durante la revisión bibliográfica no hemos sido capaces de encontrar un verdadero estudio de cómo debe ser la composición y cómo deben vertebrarse tales equipos. Tampoco hemos encontrado explicaciones de experiencias reales de desarrollos realizados con esta tipología de equipos.

Existen razonamientos de cuáles deben ser las disciplinas requeridas, pero no queda claramente delimitado en ninguna de ellas el papel de cada persona en un proceso de Diseño Centrado en el Usuario, así como tampoco se percibe en qué momentos debe aparecer cada una de las figuras ni cuáles deben ser sus mecanismos de comunicación.

Sinceramente, intuimos que la situación es la descrita, porque a pesar de coincidir en la necesidad de la mencionada composición multidisciplinar pocos son los que realmente se lo han planteado seriamente. Y los que sí lo han hecho habrán comprobado que la formación de tales equipos no resulta nada fácil. Cuantas más personas se reúnen, mayor tiende a ser la dispersión de ideas y la comunicación resulta más difícil.

Existen, además, otros dos factores que no puede pasar desapercibidos, uno es la repercusión económica y otro es la dificultad que ciertamente supone coordinar las diferencias entre los distintos modelos mentales que confluyen en un mismo entorno (que además es “hostil” para muchos de ellos).

Económicamente, reunir más personas supone un freno para aquellas empresas que realmente se plantean la formación de estos equipos: *Si ya dudan de la verdadera necesidad de dotar de usabilidad y/o accesibilidad a sus sistemas, ¿Cómo no van a dudar de incorporar nuevas “cargas económicas” difícilmente justificables?*

Continuando en el ámbito industrial, se observa que los equipos de desarrollo de las

empresas que se dedican a asesorar sobre la usabilidad en los sistemas interactivos o a desarrollar sistemas con especial inquietud por los factores relacionados con la usabilidad y con la accesibilidad están únicamente compuestos por personas procedentes del ámbito de la programación y/o del diseño gráfico (estos últimos, principalmente desde la expansión de Internet, adquieren un peso específico destacable en los equipos de desarrollo). Existe la creencia que estos profesionales con fundamentos cómo los descritos en los capítulos anteriores ya son suficientes para realizar el trabajo completo, sin la necesidad de incorporar a los verdaderos expertos de cada área de conocimiento.

Por otra parte, el creciente interés por unificar las experiencias del ámbito de la IPO con la Ingeniería del Software, que tiene su punto álgido en las conferencias internacionales publicadas en [HAR03] y [KAZ03], *muestran una orientación mayoritaria hacia los procesos de la Ingeniería del Software* evidenciando una carencia en la composición de los equipos de desarrollo pluridisciplinarios.

Así pues, en este capítulo de la tesis, aparte de reflexionar sobre la indudable necesidad de trabajar con equipos humanos multidisciplinares, se hace un extenso repaso sobre las disciplinas con las que en diferentes momentos del desarrollo de los proyectos relacionados se ha entrado en contacto. La explicación que veremos al analizar cada una de las disciplinas procede de la extensa investigación realizada, de muchas horas de relación con personas de áreas de conocimiento muy diversas, de comentarios realizados por las mismas, de aprender de las dificultades que han surgido y de contribuciones que voluntariamente algunos de los colaboradores han querido aportar.

23.Necesidad de equipos multidisciplinares

Los equipos de desarrollo que proporcionan los sistemas interactivos actuales siguen compuestos principalmente por ingenieros software y programadores, quienes al manifestarles la importancia de la usabilidad, de la accesibilidad y preguntarles cuestiones como:

- ¿Por qué no estructura sus equipos con personas de diferentes disciplinas?.
- ¿Cree que la usabilidad del sistema es importante?, ¿por qué?.
- ¿No ve necesario desarrollar sistemas con características de accesibilidad?.

Nos contestan con preguntas y comentarios como los siguientes¹²:

- ¿Por qué necesitamos un equipo multidisciplinario si hasta ahora hemos desarrollado gran cantidad de software que está funcionando correctamente?¹³.
- Aunque es cierto que a veces les cuesta... los usuarios con una fase más o menos larga de aprendizaje se adaptan al sistema. Es algo que no puede solucionarse, en realidad todo en esta vida requiere de un proceso de instrucción y de formación.
- Los sistemas informáticos sólo pueden ser desarrollados por técnicos altamente cualificados

¹² Estas preguntas y comentarios proceden de entrevistas realizadas a más de 30 responsables de empresas del sector de servicios informáticos durante el transcurso de reuniones de trabajo o en situaciones informales.

¹³ Concretamente esta pregunta la formularon TODOS los responsables contactados.

en nuevas tecnologías... el resto “sale solo”.

- Para diseñar una buena interfaz sólo necesito un diseñador gráfico. No nos engañemos, lo único realmente importante en la interfaz es la imagen corporativa. Los aspectos de la interacción ya los resuelven los programadores.
- El diseño de las interfaces es de sentido común y va adaptándose a las necesidades de los usuarios durante el uso que éstos hacen del sistema: Ellos manifiestan sus necesidades, las negligencias del sistema y las posibles mejoras y nosotros las implementamos. Así evolucionan realmente las aplicaciones para satisfacer las necesidades de los usuarios.
- La experiencia de muchos años trabajando con usuarios es suficiente para saber lo que necesitan y cómo debemos hacerlo para satisfacer sus necesidades.
- El desarrollo de un sistema no puede estar sujeto a conocer que dicen algunos usuarios del sistema. Es más, ¡si escuchamos a los usuarios... no terminaremos nunca!, pues cada uno manifiesta aspectos y necesidades diferentes. Además, como nunca podremos consultarles a todos siempre habrá personas que no estén de acuerdo.
- La accesibilidad sólo beneficia a unos pocos que tampoco van a utilizar estos sistemas. Además, realizar software accesible es muy caro.
- El éxito de la tecnología multimedia actual radica en la parte visual de la misma, desgraciadamente no podemos frenar este avance porque unos pocos no pueden verlo.
- La medicina cada día avanza más, lo que hace que cada día sean menos las personas discapacitadas. No es necesario que los desarrolladores nos preocupemos por este problema, puesto que con el tiempo aparecerán nuevas soluciones médicas que curaran a estas personas que ahora no pueden utilizar estos sistemas.
- Para proporcionar acceso a personas con discapacidad no es necesario que el software esté preparado para ellos, sino que necesitan que alguien desarrolle equipos especiales que hagan de intermediarios entre estas personas y el sistema. El problema no está en el sistema, sino en que estas personas no disponen de los utensilios necesarios para poderla utilizar.

Este abanico de comentarios puede inducir a abandonar la idea sobre el desarrollo de sistemas interactivos usables y accesibles con un diseño participativo donde el usuario juega un papel destacado y, sobretodo, decisivo. No obstante, más que descorazonarnos *este tipo de comentarios nos reafirman en la idea del trabajo que estamos realizando*. Y más concretamente sobre la necesidad de que los equipos de desarrollo estén compuestos por personas procedentes de diferentes áreas de conocimiento o disciplinas.

Cada profesional es quien mejor conoce su área de conocimiento y no podemos caer en el error de dejar que personas perfectamente preparadas en aspectos tecnológicos decidan aspectos como los detalles gráficos de las interfaces, los procesos interactivos del sistema, los factores relacionados con la parte humana de la interacción o los aspectos directamente relacionados con la accesibilidad y el conocimiento de la experiencia del usuario.

Basándonos en nuestra experiencia, en los siguientes apartados vamos a ofrecer una visión global de cuáles son las principales disciplinas que pueden contribuir positivamente durante el ciclo de vida del desarrollo de sistemas interactivos para ver qué aportaciones debemos aprovechar y en que momento del desarrollo deben intervenir.

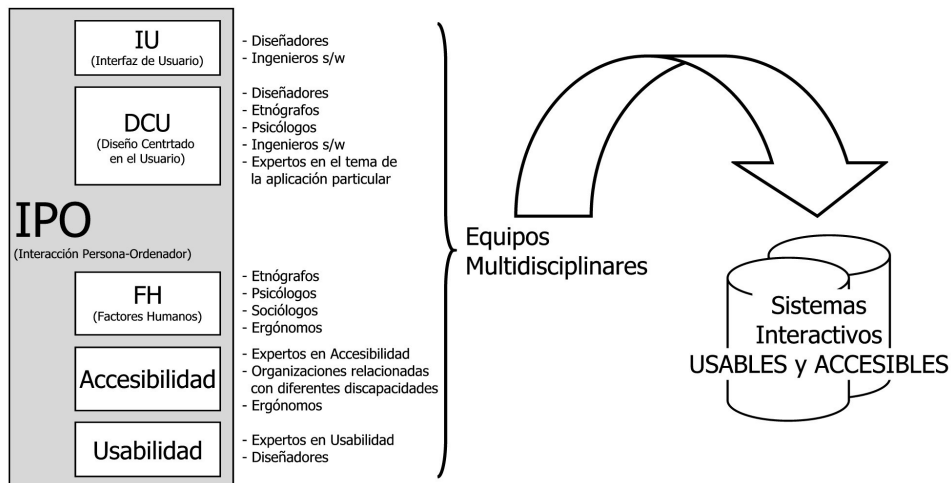


Figura c4_1: Diferentes áreas de conocimiento forman equipos multidisciplinares

El gráfico anterior aporta una visión genérica de los diferentes aspectos relacionados con el desarrollo de sistemas interactivos y las principales áreas de conocimiento o disciplinas relacionadas que intervienen y que a continuación se van a explicar.

Para concretar, las diferentes disciplinas se agrupan en áreas comunes de conocimiento cuya intervención en el diseño de sistemas interactivos esquemáticamente se enmarcan de la siguiente forma:

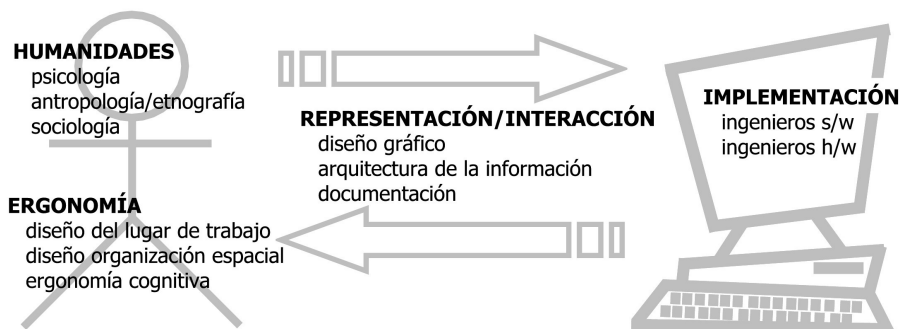


Figura c4_2: Áreas de conocimiento y su papel dentro de un sistema interactivo. El usuario es estudiado por las ciencias en humanidades y la ergonomía, la interacción por las diferentes formas de representación y la parte técnica del sistema por la ingeniería software y hardware

La parte “humana” de la interacción es analizada por las ciencias de las humanidades y por la ergonomía. Las humanidades, en términos generales, son interpretaciones intelectuales de distintos aspectos de la experiencia humana que tradicionalmente engloban disciplinas como la historia, la filosofía, las ciencias sociales, la psicología o la antropología (entre otras), siendo estas últimas las que mayoritariamente suelen estar presentes en los equipos IPO. Mientras que la ergonomía hace referencia a aspectos de la adaptación y el encaje entre las características (principalmente físicas) de las personas con las de los equipos técnicos.

En la “interacción”, como el punto de contacto entre las entidades “persona” y “ordenador”, precisa de disciplinas como el diseño gráfico, la arquitectura de la información y la documentación para trasladar las necesidades de la primera entidad en acciones de la segunda.

Y finalmente, el “ordenador” o sistema interactivo en general precisa, sin ninguna duda, de la intervención altamente cualificada de los técnicos encargados de la codificación para que el sistema presente en forma de elementos interactivos las funcionalidades a sus usuario.

Este complicado agrupamiento de tan diversas disciplinas conlleva, como era de esperar, una serie de problemas. Los problemas relacionados con la comunicación entre personas de tan diferente procedencia es uno de los más importantes, pues cada disciplina por separado tiene sus propios protocolos y metodologías con interpretaciones distintas del problema final [SUT02].

Una de las claves está en que cada persona aporta el conocimiento que su disciplina le proporciona en el momento del desarrollo que es preciso y, por otra parte, el mecanismo de comunicación debe ser capaz de transmitir a cada uno de ellos y en el momento oportuno la información necesaria para que su aportación sea relevante.

Desde nuestro punto de vista el modelo de proceso que se presenta en el capítulo siguiente constituye el mecanismo que hace posible este grado de comunicación entre las diferentes disciplinas: Proporciona pautas simples y flexibles que fomentan el intercambio de conocimiento sin poner barreras (físicas o virtuales) que dificulten el flujo comunicativo entre los diferentes colaboradores.

Una vez compuesto un equipo multidisciplinar, éste debe adoptar una aptitud enteramente positiva y debe estar realmente convencido del propósito del principio del DCU, de su necesidad y de los beneficios que ello conlleva y, si es preciso, trasladar este entusiasmo a toda la organización involucrada en el desarrollo, tanto la propia como la del cliente.

Todos los componentes del grupo humano involucrado en el proyecto deben ser plenamente conscientes y estar enteramente comprometidos con los principios que les conducirán a desarrollar sistemas usables y accesibles.

24.Principales disciplinas de los equipos de desarrollo

En la figura se muestra un esquema que relaciona las principales áreas de conocimiento o disciplinas que se encuentran directamente relacionadas con la IPO cuya aportación es necesaria para desarrollar sistemas interactivos usables y accesibles, en los que las personas y sus tareas son los principales objetivos.



Figura c4_3: Principales disciplinas relacionadas con la Interacción Persona-Ordenador

En los apartados que vienen a continuación se analiza cada una de las disciplinas y, tomando como referencia las fases en las que se divide el ciclo básico de la Ingeniería del Software “*Análisis de Requisitos-Diseño-Implementación-Lanzamiento*”, se relaciona la necesidad y la aportación que cada disciplina puede aportar en relación a cada una de las mencionadas fases¹⁴:

24.1. Etnografía y sociología

Etnografía y sociología no es lo mismo, aunque como pueden llegar a ser muy similares su relación con la IPO suele considerarse de forma conjunta.

La etnografía es el método de investigación característico de la antropología social y ésta es la ciencia social que estudia culturas diferentes a la nuestra, y la sociología es también una ciencia social que estudia las sociedades occidentales [LLO99], entendiendo como sociedad occidental la sociedad de Europa Occidental, Estados Unidos y, a veces también se incluyen Australia y Nueva Zelanda.

El antropólogo siempre utiliza la etnografía para realizar sus investigaciones mientras que el sociólogo siempre analiza las sociedades occidentales, para lo que no utiliza siempre el método etnográfico.

Es más, tradicionalmente los sociólogos no han utilizado el método etnográfico; en principio porque la cultura de la sociedad occidental se supone que es conocida y recordemos que el método etnográfico se basa en la observación participativa, siendo las encuestas y el análisis cuantitativo de los datos recogidos el trabajo empírico mayormente utilizado en la sociología.

La encuesta etnográfica es un método totalmente diferente a la entrevista etnográfica ya que las primeras sólo tienen sentido en función del número de personas que las responden y su representatividad. Los encuestados tienen que responder sí o no, o marcar una de las respuestas preestablecidas. Sólo así podrán compararse y analizarse cuantitativamente.

¹⁴ En el capítulo siguiente, dedicado a explicar el Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad, veremos que el ciclo de vida de la Ingeniería del Software forma parte del modelo, lo que justifica el que ahora relacionemos cada disciplina en función de las fases de dicho ciclo de vida.

En cambio la entrevista etnográfica, o simplemente etnografía, está basada en la inmersión en la cultura o sociedad a estudiar permitiendo descubrir y realizar entrevistas en profundidad y analizar cualitativamente cada una de las respuestas tomando el tiempo necesario para ello y recurrir a conversaciones informales durante la observación de la conducta de las personas en el día a día. El etnógrafo investiga el contexto donde se realiza la acción para obtener conclusiones concretas de la cultura de la comunidad analizada.

Por tanto puede indicarse que la etnografía es útil para estudiar comunidades pequeñas, de las que se pueden conocer todos sus miembros mientras que con los métodos de la sociología pueden estudiarse grandes comunidades (ciudades, regiones e incluso naciones) aunque lo más importante de ambas no es tanto el tamaño, sino el tipo de información que aportan: *La etnografía proporciona información cualitativa mientras que la encuesta proporciona información cuantitativa* (sirve para medir).

Por su parte, la sociología utiliza también el método etnográfico (en un sentido no estricto de su definición inicial) para realizar estudios de culturas urbanas o simplemente para complementar sus estudios de todos los aspectos de las culturas occidentales. En este sentido, los sociólogos utilizan la observación participativa en determinadas comunidades o colectivos¹⁵.

A su vez, la sociología está relacionada con la psicología, hecho que aporta el componente necesario para entender los usuarios en su entorno social. Entender los comportamientos y actitudes sociales permite diseñar sistemas que se adaptan al modelo mental de quienes serán sus usuarios.

•La etnografía en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
Análisis de Requisitos	<p>De sobras hemos mencionado la actividad etnográfica y su utilidad en esta fase del modelo de proceso, siendo su aportación enormemente valorada.</p> <p>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 definir los requisitos necesarios que conduzcan a diseñar productos que reflejen mejor las tendencias culturales emergentes.</p> <p>Indudablemente, al entender los métodos tanto de la etnografía como de la sociología puede entenderse la enorme aportación que ambas (bien sea de forma separada o conjunta) contribuyen a la comprensión de los usuarios, sus contextos y sus aptitudes, habilidades y motivaciones.</p>

¹⁵ Actualmente, comenta el Dr. Carles SALAZAR "... existe un debate para saber si el tipo de etnografía que realizan los sociólogos es lo mismo que lo que realizan los antropólogos... aspecto que podemos pasar totalmente por alto para los intereses de la IPO, pues sólo nos preocupa la buena etnografía", que nos puede venir tanto del lado de la etnografía pura (antropología) como de la sociología.

24.2. 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:

- La *psicología cognitiva*, que trata de comprender el comportamiento humano y los procesos mentales que comporta.
- La *psicología social*, que 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 cómo las personas se comportan, procesan la información y actúan en grupos y organizaciones. Proporciona también metodologías y herramientas para evaluar y determinar el grado de satisfacción de éstos a nuestros diseños. De este modo, la psicología proporciona una manera eficiente para análisis las necesidades de los usuarios, sus modelos cognitivos y mentales, y una técnica para comprobar si nuestras interfaces son tan efectivas como deseamos.

•La psicología en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
Análisis de Requisitos	Esta fase es en la que se necesita mayor aportación de la psicología. Es en esta fase en la que se cimientan las bases del nuevo sistema, y si partimos de la base que pretendemos conocer el modelo mental de los usuarios para ser capaces de diseñar interfaces que se le adapten precisaremos de técnicas y de recursos humanos que permitan realizar el estudio necesario.
Diseño	Uno de los aspectos primordiales de la fase de diseño está en conseguir diagramar el modelo conceptual del sistema para representar el modelo mental de los usuarios, por tanto, la aportación de psicólogos será altamente positiva.

24.3. Ergonomía

La ergonomía se define como la ciencia que estudia las condiciones de adaptación recíproca de la persona con su actividad y las herramientas que utiliza.

El principal propósito de la ergonomía 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.

Hablar de ergonomía en el campo de los sistemas interactivos no es nada nuevo, es un tema inherente desde casi el mismo instante en el que éstos aparecen. Surge la necesidad de analizar las características físicas de la interacción y su entorno.

Los problemas de las radiaciones de las pantallas o la disposición de los elementos con los que las personas interactúan con los dispositivos han sido temas importantes en los últimos años, habiéndose incluso redactado varias normativas ISO relacionadas, como por ejemplo [ISO98] o [ISO03].

•La ergonomía en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
Análisis de Requisitos	El papel de un ergónomo en esta fase del desarrollo se centrará básicamente en estudiar el entorno físico de la interacción. 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.
Diseño	En la fase de diseño la aportación de esta disciplina vendrá de definir la organización de los controles y pantallas en la vertiente de sus aspectos físicos organizativos (los controles y las pantallas son importantes). Algunos aspectos destacados que la ergonomía tiene mucho que decir son la situación de la información más importante (ha de estar situada a la altura de los ojos), la disposición de los controles (se han de disponer espaciados con tal de que el usuario se acomode perfectamente) o acerca de la iluminación (hace falta prevenir los reflejos) y el uso de los colores (han de ser tan diferentes como sea posible y su distinción no se debe ver afectada por los cambios de contraste). En esta fase los ergónomos trabajaran muy directamente con los diseñadores gráficos.
Fase: Lanzamiento	El papel del ergónomo en esta fase será de comprobación. Las premisas ergonómicas determinadas deben cumplirse, verificarse y si es necesario adecuarse a las particularidades e imprevistos que el propio proceso de instalación conlleva.

24.4.Diseño gráfico

La principal actividad del diseño gráfico como disciplina es su orientación para conseguir la *producción de objetos útiles y bellos*. Tal como se entiende actualmente, pretende actuar sobre el entorno físico de las personas con la finalidad de mejorarlo en su conjunto.

En los primeros sistemas interactivos el papel de esta disciplina estaba muy limitado, pero desde la aparición de los sistemas gráficos se ha convertido en una disciplina de valor indiscutible. Consecuentemente, su implicación en la IPO también es de vital importancia.

Los párrafos siguientes, basados en la publicación [CAM92] de Isabel CAMPI VALLS,

nos permitirán comprender el diseño gráfico como disciplina y su relación con las interfaces interactivas.

El concepto de diseño tal y como lo entendemos hoy en día está intrínsecamente ligado al fenómeno de la industrialización y al modelo de civilización que ésta ha configurado. Con la producción mecanizada es posible fabricar toda clase de objetos, ya sean de uso cotidiano (vestidos, utensilios, vehículos) o comunicativo (libros, diarios, carteles) en grandes cantidades, en un corto espacio de tiempo y disponerlos para públicos muy amplios. La industria y el comercio precisan de unos profesionales capaces de definir la configuración y la imagen de estos productos para conseguir que sean utilizables y culturalmente comprensibles para sus destinatarios. Esto quiere decir que no solamente se asigna a los diseñadores la tarea de *crear objetos con formas útiles, sino también la de dotarles de aquellas calidades visuales que conectan con la estética y el pensamiento de cada época*. Merced a ellos, la sociedad del siglo XX ha sido capaz de digerir sin problemas y de incorporar en la vida cotidiana todo un alud de artefactos (coches, motos, teléfonos, radios, televisores, ordenadores, vídeos, etc.) que la ingeniería y la electrónica han ido poniendo incesantemente a su alcance. También puede atribuirse como un mérito de los diseñadores el hecho de que el público en general ha desarrollado la comprensión de nuevos lenguajes gráficos como el cómic, la fotografía, el cine, la televisión o los programas informáticos, totalmente inexistentes antes de la industrialización.

La importancia que tiene el diseño en las sociedades industriales adelantadas se debe al hecho de que a instancias suyas se decide la "cuestión de la identidad". En unos mercados donde circulan miles de productos con prestaciones similares (televisores, vídeos, coches u ordenadores), en unas ciudades donde viven millones de ciudadanos con comportamientos y hábitos conceptualmente similares y que reciben cotidianamente un auténtico alud de mensajes por los medios de comunicación (publicidad, periódicos, radio, TV), el diseño es el principal instrumento de diferenciación. La multiplicación de la producción y de la información produce el fenómeno de la necesidad imperiosa de la diferenciación de los productos, los mensajes, las personas y las marcas. Y revestirse de signos exteriores les permite diferenciarse unos de otros.

Así pues, tenemos que el diseño es una de las pocas disciplinas que tiende siempre a establecer un puente entre las disciplinas de cariz humanístico-artístico y las de cariz científico-tecnológico.

Los diseñadores definen las propiedades formales de los objetos, los espacios y los mensajes visuales, pero estas propiedades son siempre el resultado del estudio e integración de como mínimo cuatro factores diferentes:

- Los funcionales o prácticos.
- Los estéticos o formales.
- Los tecnológicos.
- Los económicos.

Factores que, además, no son estáticos, sino dinámicos: Las necesidades de la sociedad son ciertamente cambiantes, constantemente aparecen nuevos usos y costumbres y, con ellos, la necesidad de nuevos objetos.

Una de las habilidades máspreciadas del diseño es la de saber interpretar a través de sus proyectos los deseos colectivos y las tendencias del futuro, es decir, la de saber “sintonizar” culturalmente con la sociedad.

En la **metodología de trabajo** se encuentra la clave del oficio de diseño, porque es aquí dónde se realiza el proceso de síntesis que integra y hace comprensibles los factores funcionales, culturales, tecnológicos y económicos que se le reclama a un encargo concreto. Este proceso se materializa en un sistema de razonamientos encadenados y de modelos (bocetos, dibujos, planos, maquetas, prototipos, pruebas, primeras series, etc.) cada vez más aproximados a la idea final.

El diseñador no solamente trae la teoría a la práctica, sino que actúa también a la inversa, o sea, reflexiona teóricamente a partir de la práctica realizada.

En principio, el diseño no tendría que sustraerse nunca a la lógica de la funcionalidad y del servicio. El diseño tiene que comprometerse en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y no tiene porque reducirse a un mero ejercicio estilístico.

Así, podemos indicar que el diseño es **servicio** en la medida que aspira a resolver satisfactoriamente las necesidades materiales de los seres humanos; es **cultura** en la medida en que las formas de los objetos y del entorno son portadoras de mensajes culturales y porque desde siempre los seres humanos han demostrado que tienen algo más que necesidades “materiales”; y es un **valor económico** en la medida en que hay un tipo de industria que conoce desde hace tiempo las ventajas comerciales de la incorporación de la cultura a la producción.

Las características fundamentales y comunes a todos los diseñadores, sean de la especialidad que sean, son la concepción y ejecución de los proyectos mediante una metodología específica y la **capacidad de integrar variables que provienen del arte y las humanidades a variables que provienen de la ciencia y la tecnología**. Y al contrario de lo que pasa con otras disciplinas en las que los profesionales tienden inexorablemente al aislamiento y la especialización, los diseñadores tienden a recorrer los campos de conocimiento en sentido horizontal, es decir, acumulan experiencias de procedencias muy diversas (sociología, psicología, estética, semiótica, ergonomía, marketing, etc.) que les confiere una singular percepción de la realidad.

El **diseño gráfico** en particular se ocupa de la emisión de mensajes, mediante representaciones visuales o, dicho más sencillamente, de configurar la información y la comunicación. Para conseguir esta finalidad utiliza textos, fotografías, ilustraciones y toda clase de recursos gráficos generalmente planos o bidimensionales. De acuerdo con la importancia que ha adquirido la imagen en nuestra sociedad, es fácil comprender que el volumen de trabajo que genera este ámbito es importantísimo.

En el diseño gráfico tienden a definirse las siguientes especialidades: *Diseño editorial*, que se ocupa de los libros, revistas, periódicos y publicaciones; la *imagen corporativa*, que estudia la imagen de las empresas e instituciones; la *publicidad* y el *cartelismo*, en todos sus medios (vallas publicitarias, anuncios en revistas, deportes televisivos, etc.); *la señalización*, una especialidad generada por la fuerte demanda de transportes públicos, grandes acontecimientos deportivos o vida urbana por lo general, donde se tiene que dar información no verbal a grandes masas de

población; *el packaging*, que se ocupa de los embalajes de los productos. Otras especialidades actuales están más relacionadas con las nuevas tecnologías de la información, aquellas disciplinas que se han especializado en la reproducción de la imagen en un sentido amplio, es decir, fotografía, cine, televisión, y las que están generando los nuevos sistemas de creación de imagen digital o imagen virtual electrónica.

La reflexión anterior (extraída como ya se ha mencionado de los trabajos publicados en [CAM92]) aporta la base necesaria para complementar el conocimiento de la disciplina del diseño y, concretamente, el diseño gráfico para entender su implicación en una estructura de equipo organizada para el desarrollo de sistemas interactivos.

Podemos, entonces, concluir que el papel del diseñador gráfico en el contexto especificado pasa por:

- a) *Organizar el material visual*, de tal manera que la tarea que el usuario tenga que llevar a cabo se ejecute de la manera más eficiente posible y *colaborar en el proceso de establecer la jerarquía de elementos* (ya sea por medio del uso del color, o el tamaño, etc.).
- b) Establecer *consistencia en el “vocabulario visual”*: Tipografía a utilizar, tamaños de titulares, estilo y posición de iconos, uso de la fotografía o animaciones, metáforas, colores, etc.
- c) Asegurar la *consistencia con elementos externos*. Por ejemplo, el sistema concreto, ya sea un sitio web o un cajero automático, forma parte de la identidad (visual) de una determinada empresa u organización y el diseñador gráfico ha de ser consciente de que el uso del color, tipografía, etc. debe seguir unas líneas generales preestablecidas que normalmente están relacionadas con dicha empresa u organización.
- d) Tender un *vínculo* directo entre su misión y, por ejemplo, los responsables de estructurar la *Arquitectura de la Información* y evitar así posibles “enfrentamientos” por defender intereses opuestos.

Finalmente, también es importante pensar en el aspecto de que un sitio web o una aplicación software poco agradable visualmente transmite una sensación de poca credibilidad y a partir de ahí la usabilidad percibida será mucho menor, y en consecuencia la satisfacción del usuario también se resentirá (recordemos que la satisfacción es uno de los parámetros que definen la usabilidad).

●El diseño gráfico en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
Diseño	<p>No podemos caer en la fácil suposición de que esta fase por denominarse de diseño es la más adecuada para que sea realizada mayoritariamente por diseñadores. Recordemos que la fase de diseño enmarcada en el contexto del desarrollo software trata de <i>diseñar el sistema</i> y el diseño gráfico sólo es uno de los aspectos a diseñar.</p> <p>No obstante, será en esta fase cuando un diseñador gráfico tendrá más trabajo. Deberá ser capaz de entender las especificaciones descritas en la fase anterior (Análisis de Requisitos) para buscar</p>

	las metáforas que más se adaptan a las necesidades de los usuarios, el estilo gráfico, la disposición de los colores o la adecuación a determinados estándares.
Implementación	<p>Esta fase suele estar reservada casi unilateralmente a los ingenieros software y a los programadores. Sin embargo, en las aplicaciones actuales la componente visual extremadamente importante y aun siendo cierto que en la fase de diseño se ha definido el estilo a seguir siempre quedan flecos por pulir y matices a resolver.</p> <p>Otra razón por la que un diseñador gráfico debe intervenir en esta fase es el hecho de que cada vez es mayor la tendencia a que las aplicaciones separen la presentación de la información, siendo la primera responsabilidad de los diseñadores gráficos quienes deberán realizar una parte importante de su trabajo en durante esta fase.</p>

24.5. Programación

Básicamente un ordenador es un conjunto de elementos físicos de materiales diversos que por si sólo no es capaz de hacer nada. Este conjunto de piezas consigue realizar funciones siempre y cuando se le indique. La programación es la técnica que permite “decirle al ordenador lo que debe hacer y cómo debe hacerlo”.

Todas las acciones que un ordenador realiza cuando un usuario interactúa con él son respuestas programadas por un programador, siendo el programador de ordenadores el encargado de diseñar soluciones a problemas y de escribirlos como programas de computadora [TRE83].

Básicamente un programa debe funcionar, no debe poner dificultades, debe estar bien documentado y 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.

• La programación en el ciclo de vida del desarrollo software:

Veremos que no se ubica, como sería de suponer, la programación en la fase del análisis de requisitos porque se considera que esta faceta está cubierta por la ingeniería del software, mientras que los programadores básicamente se dedican a la producción del código.

Fase	Razonamiento
Diseño	Una de las actividades a realizar en momentos avanzados de la fase de diseño será la producción de prototipos software con el objetivo de su evaluación, aspecto que será desarrollado por los programadores de la aplicación.
Implementación	Todos los comentarios serán en vano para explicar el papel determinante de la programación en esta fase.

24.6. Ingeniería de Software

Esta disciplina estudia técnicas de diseño, de desarrollo del software y procedimientos propios de ingeniería que se deben utilizar para realizar diferentes aplicaciones. Sólo con estos procedimientos y técnicas vamos a obtener un software de calidad.

El papel de los ingenieros de software en el desarrollo de sistemas interactivos es determinante, ya que son éstos, junto a los programadores los que materializan las especificaciones técnicas y codifican el software necesario para que todas las necesidades especificadas sean una realidad.

Es evidente que el ingeniero de software, asumiendo el rol de director técnico, debe estar presente en todo el proceso de construcción de un nuevo sistema. Su papel es parecido al de un arquitecto en una construcción arquitectónica, debe participar de las reuniones que llevarán a especificar las demandas del cliente en forma de unos planos que él realizará para una vez iniciada la obra conducir la misma de manera que se sigan las especificaciones determinadas, resolver los conflictos que surjan y ser capaces de concluir la construcción de la manera que se había previsto.

- La Ingeniería de Software en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
Análisis de Requisitos	Tanto en las reuniones con los clientes como en las distintas evaluaciones que en esta fase se realicen el ingeniero software deben contar con su participación. Esta puede ser directa o indirecta, en cuyo caso sus colaboradores realizarán las especificaciones necesarias. Además, el ingeniero software será en muchas ocasiones quien deba coordinar y supervisar las diferentes evaluaciones que se realicen.
Diseño	Es responsabilidad directa del ingeniero software decidir el modelado interno del sistema. El análisis de las tareas y el modelado conceptual serán dos de las principales actividades que realizará, así como la gestión y revisión de toda la documentación que el proyecto genera. Todo ello, además, no debe hacerle perder la visión de las demás disciplinas implicadas, pues es responsabilidad suya que el modelado del sistema refleje las características que desde las otras ópticas se le indican.
Implementación	La fase de codificación del sistema es la responsabilidad más claramente marcada en la que el ingeniero software interviene, tarea de la que participará de forma más o menos directa. En proyectos de poca envergadura éste realiza incluso el papel del programador, llevando a cabo no sólo la dirección técnica, sino

	también la codificación del mismo.
Lanzamiento	Si la responsabilidad recae en el ingeniero software, éste no puede desatender la fase en la que el sistema entra en circulación para comprobar que realmente todo se ha realizado siguiendo las especificaciones determinadas y resolver los conflictos que puedan emerger.

24.7. Inteligencia Artificial

Seguramente la Inteligencia Artificial (IA) es una de las áreas más fascinantes y con más retos de las ciencias de la computación, en su área de ciencias cognitivas.

Surge de los estudios filosóficos de la inteligencia humana y de sus mecanismos de razonamiento, mezclada con la inquietud del hombre de imitar la naturaleza (volar, nadar...), hasta el punto de querer imitarse a sí mismo. Sencillamente, la Inteligencia Artificial busca *imitar la inteligencia humana*.¹⁶

Existen varias definiciones de la IA que no vamos a detallar y que se clasifican de cuatro maneras distintas en función de su orientación: Tenemos *sistemas que piensan como humanos*, *sistemas que actúan como humanos*, *sistemas que piensan racionalmente* y *sistemas que actúan racionalmente* [RUS02].

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.

El papel de esta disciplina en la IPO es muy importante para un grupo cada vez mayor de sistemas, pongamos, por ejemplo, el desarrollo de un sistema de realidad virtual, que se basa en dotar de realidad a todo el sistema, que es imposible sin entender los mecanismos que intervienen en el proceso de interacción entre las personas y el sistema.

- La Inteligencia Artificial en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
Análisis de Requisitos	En las primeras etapas del Análisis de Requisitos se verá si es necesario contar con una persona experta en IA, momento en el que ésta ya se incorporará al desarrollo. La temática es tan específica que no podremos permitirnos “el lujo” de prescindir de los servicios del ingeniero especialista en IA desde el mismo instante en el que se detecta la necesidad de su presencia. En el caso de precisarse de esta persona, ésta asumirá un rol parecido al ingeniero software y será necesario contar con él en todas las fases del ciclo de vida.

¹⁶ Obviamente no lo ha logrado todavía, al menos no completamente.

Diseño	Un sistema que requiere IA estará marcadamente determinado por ésta; el ingeniero deberá estar presente en el diseño del sistema prestando una atención muy especial y no perder ningún detalle.
Implementación	Las técnicas de programación de IA son distintas de las técnicas habituales y, por otra parte, no son muy conocidas por la mayoría, por tanto, la presencia de la persona entendida será altamente requerida.
Lanzamiento	Igual que en las fases anteriores debido a la especificidad del sistema la implantación requerirá adaptaciones y especial atención que no pueden realizarse sin la presencia de los técnicos.

24.8.Documentación

La documentación es una ciencia que se ocupa de estudiar los procesos informativos en todas sus fases, desde la producción de la información hasta que el usuario la convierte en conocimiento. Para ello, se sirve de técnicas de descripción, gestión, búsqueda y presentación de la información, que facilitan al usuario información lo más relevante posible a su necesidad y de la forma más eficiente posible [MAR03b].

Aunque parece que se trata de una ciencia o disciplina de reciente creación lo cierto es que se trata de uno de los oficios más antiguos, durante siglos llamado “bibliotecario” (pensemos por ejemplo en los monjes de las abadías que cautelosamente clasificaban y cuidaban los libros y documentos de sus respectivas bibliotecas). Esta profesión ha evolucionado debido sobre todo a la aparición de nuevas formas de acceso a la información, nos referimos al acceso *on-line*, derivándose de ahí una profesión que sí es novedosa, la del documentalista.

Actualmente, por un lado, las Ciencias de la Documentación engloban en los planes de estudios la biblioteconomía, la documentación y la archivística. Dentro de estas tres ramas de la ciencia, para distinguir la documentación de la biblioteconomía se tiende a pensar que la segunda es la que trata con libros y tiene un espacio físico de trabajo, mientras que la primera se ocupa más de la búsqueda de información en bases de datos, si bien desde hace varios años las dos profesiones se entremezclan tanto que el límite no está claramente definido.

Por ejemplo, el bibliotecario está claro que trabaja en una biblioteca y entre sus funciones está el proceso de los documentos que llegan (compra, catalogación, préstamo, etc.) y también en los contenidos de la web donde ofrece recursos de interés. El documentalista puede trabajar en una biblioteca, pero en una sección muy concreta con un tema específico y con un porcentaje muy alto de recursos que obtiene *on-line*, y también puede estar en una empresa dentro de la gestión de contenidos, en un centro de investigación, etc. [MAR03a].

Centrándonos en el papel que puede tener un documentalista en el desarrollo de un sistema interactivo centrado en el usuario podemos indicar que éste puede intervenir en varias fases del desarrollo.

- En las fases iniciales, intervendrá en el diseño de la Arquitectura de la Información del sistema, en la determinación de los requisitos del sistema o en el establecimiento de los perfiles de usuario (público objetivo).

Si pensamos, por ejemplo, en un sistema interactivo que precisa de un subsistema de recuperación de información (característica muy común actualmente), como puede ser un catálogo de una biblioteca, una base de datos de artículos de noticias, o simplemente un motor de búsqueda genérico el papel del documentalista durante el análisis de requisitos parece evidente.

Su papel será también importante en el momento de determinar el contenido y la estructura de un directorio de recursos o del mapa de navegación de un sitio web.

En cuanto al estudio de los perfiles de usuario, también parece interesante la intervención de esta figura en cuanto a conocedor (o capacitado para conocer) de las necesidades funcionales de ciertos perfiles preestablecidos (público infantil o adulto, universitario o profesional...) y ofrecer aspectos de las interfaces a la medida de cada grupo objetivo.

- En la siguiente fase, podrá intervenir en la gestión de contenidos, en la estructuración de la navegación, en la determinación de las distintas posibilidades de acceso a la información.
- Y durante el proceso de desarrollo, y en la fase final, intervendrá en algunas de las evaluaciones realizadas.

La realimentación del usuario no sólo debe traducirse en aspectos del diseño de la interfaz, sino también en cuanto a la información que el sistema le ofrece.

Una vez que el sistema esté en funcionamiento o en vías de hacerlo (fase de lanzamiento) el documentalista puede formar parte del equipo que realiza algunas de las evaluaciones, sobre todo en aquellas relacionadas con la minería de datos (*data mining*) o la técnica referenciada en el modelo de proceso que veremos en el siguiente capítulo del *Análisis de Logs*, en el que su papel será determinante para estudiar rutas de navegación de usuarios y optimizar la visualización de la información más buscada por cada grupo.

Vemos, por tanto, que la figura del documentalista es fundamental en el desarrollo de los sistemas interactivos, pues precisamente está cualificado para el tratamiento de la información de forma que ésta sea más accesible. Una de las funciones de las que deberá ocuparse es la de descripción de la información, que en caso de sitios web se realiza en los *metadatos* de la cabecera de los documentos HTML; esto es de suma importancia para posicionar el sitio web dentro de los buscadores.

Un equipo interdisciplinar que desarrolle un sistema de interacción pensado desde el lado del usuario debe tener en cuenta a esta figura, que complementa a otras más evidentes como el informático, el diseñador, el psicólogo, por citar las más habituales.

- La documentación en el ciclo de vida del desarrollo software:

Fase	Razonamiento
------	--------------

Análisis de Requisitos	Hemos visto que el papel del documentalista en la etapa del análisis de requisitos puede materializarse principalmente en el diseño de la Arquitectura de la Información del sistema, en la determinación de los requisitos de búsqueda y clasificación de la información o incluso en el establecimiento de los perfiles de usuario.
Diseño	La Arquitectura de la Información se materializa definitivamente en esta fase del modelo de proceso, y dada la implicación de esta figura es razonable que en esta fase también esté presente. Así mismo, puede intervenir en aspectos de optimización del análisis de algunas de las tareas que el sistema ofrecerá a sus usuarios.
Lanzamiento	Aquellas evaluaciones relacionadas con la búsqueda de información y su estructuración y clasificación deberán contar con la presencia del documentalista para ser eficientes.

25.¿Realmente se consigue formar equipos multidisciplinares?

Tras la experiencia realizada, nos unimos a las palabras de J. GULLIKSEN cuando asegura en [GUL03] que a pesar de estar de acuerdo en que los equipos multidisciplinares constituyen la solución óptima para realizar el desarrollo de sistemas interactivos centrados en los usuarios con la meta prioritaria de mejorar sus parámetros de usabilidad y de accesibilidad, también es cierto que raramente se consiguen reunir a personas de tan distinta procedencia para formar verdaderos equipos de desarrollo pluridisciplinares.

Respecto a este aspecto, y como reflexión a partir de la propia experiencia, podemos afirmar que este efecto, aun siendo cierto, se ve enormemente reducido si existe un verdadero interés para juntar sinergias de diferentes personas y ser capaces de convencerles en la finalidad del proyecto.

En la mayoría de los casos, una vez las personas que habitualmente no están acostumbradas a desenvolverse en este tipo de desarrollos se han implicado en el proyecto y han percibido que su aportación es importante difícilmente abandonan la idea de que trabajar con este espíritu de colaboración aporta más calidad al sistema desarrollado, lo que repercute directamente en el producto final.

26.La comunicación entre personas de disciplinas distintas en un mismo grupo con objetivos comunes

Una vez superada la mencionada dificultad de reunir a un grupo tan dispar de personas para desarrollar un sistema software el principal problema que surge para este tipo de formaciones es la comunicación entre los diferentes colectivos.

Cada persona perteneciente a cada una de las diversas disciplinas dispone de un

fondo (*background*) cognitivo diferente que si no se resuelve correctamente puede provocar una serie de conflictos que habitualmente se resuelven solucionando el proceso de comunicación entre los mismos.

Fallaremos en el intento si pretendemos que la diversidad de las distintas disciplinas solamente utilicen, por ejemplo, los formalismos de la ingeniería del software (ya que es el ejemplo más común), pues estos son totalmente desconocidos por el resto, lo que provoca un distanciamiento que no beneficia para nada el proyecto.

Por el contrario, también fallaremos si pretendemos desarrollar un sistema software sin contar con los formalismos anteriormente mencionados, puesto que constituyen el mejor soporte metodológico hasta ahora implementado.

¿Cuál es entonces la opción correcta? Como suele ser habitual, la opción ideal es una mezcla de ambas aproximaciones, aprovechando los beneficios de cada una de ellas y descartando las que no son tan beneficiosas. Es preciso utilizar mecanismos como las técnicas basadas en materiales de uso cotidiano y descripciones en lenguaje natural ampliamente conocidas por todos, provengan de la disciplina que provengan, así como los formalismos necesarios que disponen de suficiente comprensión intuitiva como para ser utilizados por el espectro de personas diferentes más amplio posible.

La clave se encuentra en la frontera comunicativa entre las tareas que cada disciplina debe realizar. Cada disciplina puede, y debe, utilizar sus propias técnicas, pues garantizan la resolución de cada parte individualmente (de cada disciplina) del problema. No obstante, no puede pretenderse utilizar técnicas muy específicas en un determinado aspecto que aisle al resto de componentes del equipo.

El uso de técnicas como el prototipado de bajo nivel utilizando herramientas “tan sofisticadas” como el lápiz y el papel, aunque parezca contradictorio, facilitan el clima comunicativo y favorece la participación de todos los integrantes del equipo. Así mismo, los escenarios que, como veremos en el siguiente capítulo, utilizan una combinación de los formalismos de la Ingeniería del Software (básicamente notaciones UML) con las descripciones en lenguaje natural suponen una herramienta fácil de entender para todos a la vez que introducen aquellos formalismos necesarios para que posteriormente los programadores encargados de la codificación sean capaces de realizar su trabajo aprovechando el esfuerzo previamente realizado.

En todo este entramado juega un papel determinante la documentación del proyecto, pues si como hemos dicho la clave se encuentra principalmente en el proceso comunicativo, ésta, en cualquiera de sus materializaciones, es la que realiza esta función comunicativa. La línea propuesta a seguir será la misma, *utilizar formalismos específicos para aquellas partes en las que los participantes son capaces de entenderlos y especificaciones con lenguajes y técnicas “más comunes” e igualmente comprensibles para las interconexiones comunicativas.*

7. Agradecimientos especiales

Este capítulo, que consideramos de mucha importancia, no habría sido posible sin la colaboración desinteresada de una serie de personas a las que tengo la necesidad de mencionar para manifestarles mi más sincero agradecimiento.

José J. Cañas, catedrático en Psicología Cognitiva de la Universidad de Granada; *Mari Carmen Marcos*, doctora en Humanidades, especialidad en Ciencias de la Documentación, y profesora en la Sección de Documentación de la Universitat Pompeu Fabra de Barcelona; *M. David Martín*, diseñador web; *Igor Marcaida*, diseñador gráfico; *Josep M. Garcia*, diseñador gráfico del grupo de investigación GRIHO; *Manuel Velez*, doctor de la Facultad de Bellas Artes de la Universidad de Granada; *Eduardo Manchón*, licenciado en Psicología y especialista en usabilidad de la entidad bancaria “La Caixa”; *Carles Salazar*, doctor en Sociología y profesor del departamento de Historia del Arte de la Universitat de Lleida; *Sal Atxondo* y *Ariel Guersenzvaig* especialistas en diseño de interfaces y arquitectura de información orientada a la web.

Además de las personas nombradas, agradecemos también de manera anónima la colaboración de muchas otras personas de campos tan diversos como la arqueología, las ciencias de la salud, la historia, la economía o la lingüística que en mayor o menor grado han intervenido en uno o varios de los proyectos realizados en nuestro laboratorio de investigación que conforman los casos de uso de la tesis. Colaborar con todos ellos ha sido una experiencia realmente fascinante y enriquecedora que recomendamos a todo aquel que aún duda de realizar el desarrollo software desde una óptica multidisciplinar.

Capítulo 2

MODELO DE PROCESO DE LA INGENIERIA DE LA USABILIDAD Y DE LA ACCESIBILIDAD (MPIU+A)

INTEGRACIÓN DE LA INGENIERÍA DEL SOFTWARE, LA INTERACCIÓN PERSONA-ORDENADOR Y LA ACCESIBILIDAD EN EL CONTEXTO DE EQUIPOS DE DESARROLLO MULTIDISCIPLINARES

28.Introducción

Este capítulo, que describe el modelo de proceso propuesto, constituye el capítulo central de la tesis. Con el modelo de proceso que se describe los equipos de desarrollo software disponen de una metodología mediante la que serán capaces de implementar soluciones interactivas altamente usables y accesibles para todas las personas.

Podrá observarse que el capítulo tiene un contenido muy extenso, lo que se justifica con la necesidad de explicar el porqué de la necesidad del modelo, la exposición de sus principales características, su particular forma de integración con la Ingeniería del Software y un número elevado de ejemplos relativos a los casos de uso mencionados en el primer capítulo que demuestran la validación del método expuesto.

En la parte final, además, se expone una de las principales aportaciones de esta tesis en el terreno de las métricas de la usabilidad, aspecto que requiere una extensa explicación, justificación y razonamiento de los resultados obtenidos.

29.¿Por qué un nuevo modelo de proceso?

Hasta ahora hemos visto razones convincentes que demuestran la necesidad de incorporar grandes dosis de usabilidad y de accesibilidad a todos los sistemas interactivos que desarrollemos.

Hemos visto también que varios autores han propuesto Modelos de Proceso (MP) válidos desde la vertiente conocida como Ingeniería de la Usabilidad que guían a los desarrolladores a implementar sus aplicaciones bajo los parámetros de la usabilidad (las más destacadas se han referenciado en el).

Por otra parte, actualmente la industria del desarrollo software escasamente utiliza ninguno de los modelos de proceso de la IU, sino que, *en el caso de utilizar algún proceso metodológico*, continúa aplicando los existentes en el ámbito de la IS, que

no tienen en consideración ni la usabilidad ni la accesibilidad del sistema. En el mejor de los casos, una vez el producto está casi o totalmente finalizado se realiza algún test enfocado a medir el grado de usabilidad¹⁷ o procesar el sistema con alguna herramienta de validación de la accesibilidad.

Nuestra opinión al respecto puede resumirse en los siguientes puntos:

- **Los modelos de IU propuestos distan demasiado de los modelos de la IS.** El equipo de desarrollado está enteramente compuesto por ingenieros software y como tales tienen su propia visión del problema. Por tanto, aplicar ahora un modelo nuevo supone un cambio radical en su metodología de trabajo que no están dispuestos a realizar, si no está suficientemente justificado.
- Los **modelos de usabilidad** propuestos hasta ahora son **complejos** [MAY99] [VEE96], principalmente para aquellos integrantes de los equipos de diseño que no son profesionales de la informática.

Actualmente los equipos de desarrollo multidisciplinarios como el nuestro son escasos, atípicos e incluso vistos con cierta desconfianza. En el ámbito de la IPO estamos convencidos de lo contrario y pensamos que en un tiempo relativamente corto este panorama cambiará, pues este tipo de equipos es necesario para realizar un Diseño Centrado en el Usuario [ISO99, punto 5.5 *Multidisciplinary Design*, pág. 4], es importante que la composición de estos equipos refleje la relación entre los responsables de la organización del desarrollo técnico y los clientes. El problema está en que esta variedad de componentes expone una diversidad de modelos mentales diferentes que se traduce en una dificultad de comprensión tanto de los modelos de IU como los de la IS.

- Los directivos de las empresas creen que la **usabilidad no está económicamente justificada** [BIA94a]. Desde su punto de vista aplicar estas técnicas “filosóficamente está muy bien”, pero creen que ello comporta un aumento de recursos humanos en el proceso de desarrollo que no se ve recompensado en las ventas. Si esto pasa en cuanto a la usabilidad, cuando se hace referencia a criterios de accesibilidad esta sensación es aún peor y la cuota de mercado prevista es menor y no justifica su implementación.
- Los responsables de marketing venden la **imagen como base de una supuesta facilidad de uso** que normalmente proviene de una simple **apreciación subjetiva**. Y ni tan siquiera mencionan nada acerca de la accesibilidad.

En realidad encontramos actualmente el calificativo o etiqueta “*user friendly*” en todos los programas software disponibles en el mercado. Es un caso parecido a la etiqueta “producto ecológico” que acompaña a muchos productos alimenticios, en ambos casos sólo son reclamos publicitarios sin una base cierta. En el caso de los programas software, la etiqueta es puesta por los propios responsables comerciales del producto, sin que tan siquiera un usuario haya calificado dicho producto como tal.

- La **accesibilidad** es concebida por todos como realmente **necesaria, pero nadie la lleva a la práctica**. Las empresas ven una cuota de mercado poco atractiva: con pocos clientes

¹⁷ Posteriormente mediante una cereza como guinda para un pastel visualizaremos esta realidad con una explicación en sentido metafórico.

potenciales para los que, además, deben invertirse más recursos. La conciencia de los responsables sobre la aplicación de políticas de accesibilidad está aun muy por debajo de los límites necesarios.

Es de destacar que algunas de las mayores empresas del sector de la creación de software si que se preocupan de la accesibilidad de sus productos. Compañías como Microsoft, IBM, Sun o Apple disponen en sus respectivas páginas en Internet de extensa información de programas y herramientas para desarrollar sistemas usables y acercar la tecnología a los ciudadanos inhabilitados [MICUS][IBMEOUa][SUNUA][APPDIS]. El problema está en que las opciones relacionadas con la accesibilidad se encuentran situadas en niveles inferiores de la jerarquía de su arquitectura de la información, restándole así la importancia que debe tener¹⁸.

- Jefes de proyecto, diseñadores y desarrolladores ven la disciplina IPO como una mera **asignatura académica**. Argumentan que es conveniente acercar estos conocimientos a los alumnos para adquirir “cultura general” aunque carezca de utilidad alguna en los desarrollos que realizarán durante su vida laboral.

En este sentido, un reciente estudio realizado por investigadores de la Universidad de Uppsala (Suecia) demuestra que *el área de la usabilidad aun no está suficientemente entendida por los desarrolladores de proyectos software*. [BOI03] En el estudio demuestran que el principal objetivo de los ingenieros de software es producir código, considerando la usabilidad como responsabilidad de “otros”. *El diseño de las interfaces emerge simplemente como por arte de magia*, como resultado de la integración de varias porciones de código producido por estos desarrolladores, quienes durante el proceso toman muchas decisiones que inconscientemente afectan de a la usabilidad del sistema final.

Consideramos, además que a los puntos anteriores debemos adjuntar carencias en las metodologías de la IU como las siguientes: Mientras unas están enfocadas a valorar el grado de usabilidad mediante el método de la evaluación heurística como principal referente [NIE94b], otras se orientan solamente en los casos esenciales de uso [CLO99a] o en el desarrollo de escenarios [ROS02a], y otras son de propósito demasiado general (y complicado) [MAY99][VEE97] o demasiado focalizado hacia un determinado paradigma [BRI02].

Así que, tras este análisis, una iniciamos el proyecto de poner en marcha una nueva iniciativa capaz de liderar el cambio necesario para no sólo integrar métodos y procesos procedentes de las diferentes vertientes —IS, IPO y IU—, sino que además sea capaz de adecuarse a los diferentes modelos mentales de los integrantes de los equipos de desarrollo multidisciplinares.

Durante todo el documento reiteradamente se hace referencia a los casos de ejemplo presentados en el primer capítulo que constituyen la base experimental sobre la que se sustenta todo el trabajo de investigación. No hubiese sido lógico empezar con una nueva propuesta sin haber probado antes las más interesantes desde nuestro punto de vista de las ya existentes y haber fracasado en dicha aplicación.

Como era de suponer, varios ejemplos empezaron desarrollándose siguiendo alguno de dichos modelos, con lo que pudimos comprobar sus carencias.

Concretamente en el proyecto de Vilars se empezó utilizando el DUTCH Model (ver el punto), pero después de un tiempo detectamos problemas de entendimiento, comprensión y de comunicación por parte de etnógrafos y de los diseñadores gráficos. El modelo no se ajustaba a su modelo mental y

¹⁸ Por ejemplo las opciones de accesibilidad en el sistema operativo Windows-XP de Microsoft se encuentran en el cuarto nivel de la jerarquía de menús: *inicio>>todos los programas>>accesorios>>accesibilidad*.

dificultaba el avance del proyecto.

Respecto al modelo propuesto por [MAY99] ni tan siquiera llegamos a probarlo por completo, sólo intentamos materializarlo en el proyecto de la web del CEL y en el de la Pantalla. Los integrantes del equipo de desarrollo que procedemos del campo de la IS veíamos con buenos ojos el método, pero pronto pudimos comprobar un sentimiento de incomodidad por parte de los compañeros procedentes de otras áreas de conocimiento —hubo incluso propuestas de abandonar los desarrollos propuestos.

Una sensación general que percibimos fue que sendas propuestas mencionan la necesidad de incorporar personas de varias disciplinas, pero... se aprecia que realmente no lo han aplicado en profundidad.

En el momento de especificar el modelo (que posteriormente se describe), nos marcamos una lista de objetivos que básicamente se pretende que:

- Sea *tecnológicamente independiente*, adecuándose a cualquier cambio, tanto tecnológico como de paradigma.
- Sea *aplicable a todo tipo de proyectos*, independientemente de su clase y envergadura.
- Se *adapte a los diferentes modelos mentales de los equipos multidisciplinares*.
- Sea lo más *simple* posible.
- Esté conforme a los *principios del Diseño Centrado en el Usuario*.
- Fomente el *desarrollo de sistemas evolutivo*: Iterativo e incremental.
- Evidencie la usabilidad del sistema como objetivo prioritario [PRU02].
- *Integre la metodología y los formalismos necesarios* de la Ingeniería del Software con la de la Usabilidad (y la Interacción Persona-Ordenador en general).
- *Integre la Accesibilidad* como componente fundamental de todo el proceso.
- Sea *consistente con los estándares de calidad* relacionados¹⁹.

Y como resultado, hemos obtenido una metodología a la que hemos denominado **“Modelo de Proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad”**, **MPlu+a**, que a lo largo de este capítulo se detallará.

30. Visión general

Terry WINOGRAD indica acertadamente que *el diseño de un buen software interactivo no es ni una ciencia, ni un arte; es más, todavía no es ni una materia rutinaria de ingeniería* [WIN02].

A modo de resumen, podemos indicar que el modelo que proponemos intenta concretar lo que muchos autores como FAULKNER y CULWIN en [FAU00] proponen: *Integrar (o casar) la Ingeniería del Software con la disciplina de la IPO*. Línea de investigación que está en perfecta sintonía con trabajos recientes de grupos de investigación muy diversos como veremos en el punto .

Esta preocupación común es un tema prioritario de muchas investigaciones en el campo de la IPO y, por tanto, existen varias tendencias que, según argumenta F. PATERNÓ [PAT02b], corren el peligro de

¹⁹ Anteriormente ya hemos visto que el estándar ISO 13407 proporciona un marco de trabajo para aplicar el diseño centrado en el usuario sin estipular qué métodos deben ser utilizados [BEV03]. Este trabajo reposa sobre la base de dicho estándar como aspecto formal de calidad, aportando la metodología necesaria que el mismo no proporciona.

degenerar en “guerras religiosas” como, por ejemplo, la disputa entre los partidarios de los métodos basados en escenarios y los de los basados en tareas.

Disponemos, como ya hemos visto, de la Ingeniería de la Usabilidad como una metodología que proporciona la manera de proceder organizadamente para conseguir usabilidad en el diseño de interfaces de usuario durante el desarrollo de un sistema interactivo, tratándose de una materia que es, como resultado de ser una consecuencia de la IPO, multidisciplinar que tiene sus raíces en otras disciplinas básicas —psicología cognitiva, psicología experimental, etnografía, etc.

Asimismo, la Ingeniería de Software constituye el componente formal y metodológico al desarrollo del software, englobando desde la definición de requisitos de la aplicación hasta la fase de instalación y mantenimiento. Este proceso, aunque no siempre, suele realizarse en ciclos iterativos hasta conseguir las metas marcadas.

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.

30.1.La base experimental del modelo

Aprender experimentando con casos reales constituye la forma más sólida y consistente para validar cualquier metodología. Nuestro método de trabajo así lo ha constatado.

La experiencia realizada en este trabajo en realidad ha sido como “un pez que se muerde la cola”. Surge, como ya se ha explicado, en el seno del equipo universitario y multidisciplinar de investigación en Interacción Persona-Ordenador GRIHO (UdL) como respuesta lógica de un conjunto de proyectos que nos comprometimos a realizar, mezclado con el creciente interés sobre el conocimiento y la investigación de todo lo relacionado con la usabilidad, primero, y la accesibilidad, posteriormente. El proyecto creció y maduró conjuntamente con la evolución de los desarrollos ya comentados.

Además de la experimentación real, como base de trabajo para la validación, prueba y mejora de la forma de trabajar propuesta, el modelo de Proceso ha sido validado mediante otras fuentes como son:

- Publicación, presentación y posterior debate del modelo de Proceso en congresos nacionales e internacionales [GRA03a][GRA03b][GRA03c], workshops [GRA02a][GRA02b] y en la sección *Doctoral Consortium* del pasado congreso INTERACT’03 celebrado en Zurich [GRA03c], especialmente dedicada a personas que disponen de trabajos de investigación relevantes relacionados con la IPO y que se encuentran próximos a su finalización en la que los doctorandos tienen la posibilidad de debatir su trabajo con destacados investigadores del panorama internacional²⁰.

²⁰ Concretamente, en la presentación y el posterior debate en el que se presentó el modelo de proceso y sus resultados posteriores intervinieron los siguientes reconocidos investigadores:

- Dr. M. Apperley, Department of Computer Science in The University of Waikato (Nueva Zelanda).

- Publicación, presentación y posterior debate de alguno de los principales resultados experimentales relacionados con la tesis como son [GRA04a] y [GRA04b].
- Organización de grupos de trabajo y de discusión con *personas de varias disciplinas relacionadas con el desarrollo de sistemas interactivos* (se ha contactado, trabajado y debatido con profesionales del campo del diseño gráfico, de la comunicación audio-visual, de la psicología cognitiva, de la arqueología y de historia, de la etnografía, de la sociología, y, evidentemente, de la ingeniería informática y desarrollo software en general) y *empresas dedicadas a la producción de software especialmente motivadas por los aspectos de la usabilidad y la accesibilidad de sus productos*.
- Aplicación de la metodología en proyectos europeos y estatales de envergadura como:
 - El proyecto *NEPTUNO: Nuevos Entornos de Publicación digital con Técnicas de adaptación al Usuario y Navegación sobre Ontologías*. Proyecto subvencionado por el programa PROFIT 2003 (FIT-150500/2003/511) con la Universitat de Lleida, la Universidad Autónoma de Madrid (UAM), el Grupo de Comunicación Segre y la empresa iSOCO como participantes.
 - Y el proyecto *Vilars RA. Un nuevo modelo aplicado de interacción con el patrimonio arqueológico*. Proyecto subvencionado por el Ministerio de Ciencia y Tecnología en el Programa Nacional de Difusión y Divulgación Científica y Técnica, correspondiente al Plan Nacional de I+D+I (2000-2003).
- Conclusiones obtenidas a partir de la aplicación del método en el campo docente universitario:
 - “Ingeniería Informática” de la UdL (formación presencial).
 - “Máster en Ingeniería de Software” de la FPC (formación semipresencial).
 - “Ingeniería Informática” de la UOC (formación virtual).
- Experimentación de los aspectos directamente relacionados con la accesibilidad mediante personas discapacitadas de la organización ONCE, así como también con personas externas a esta organización que padecen algún otro tipo de discapacidad (proyecto de comunicación aumentativa y alternativa).

30.2. Integración con la Ingeniería del Software

Durante los últimos años, y coincidiendo con el creciente interés por todos los aspectos relacionados con la IPO y los beneficios que su aplicación puede reportar, se está dedicando una parte importante de esfuerzos en cubrir el hueco que existe entre los modelos de proceso de la Ingeniería de Software y la disciplina Interacción Persona-Ordenador.

Resumidamente, el origen del mencionado “hueco”, conocido por la comunidad internacional como el “*HCI-SE Gap*” o “*SE-HCI Gap*”, debe su existencia al hecho de que:

-
- Dr. A. Sutcliffe, profesor de Systems Engineering and Director of the Centre for Human Computer Interface-Design. (University of Manchester Institute of Science and Technology (UK).
 - Dr. P. Gray, Senior lecturer in the Department of Computing Science of the University of Glasgow (Escocia),
 - Dr. F. Paternó, Senior Researcher and Head of Laboratory on Human Interfaces in Information Systems (Italia).
 - Dr. D. Scapin, Scientific HCI and UCD researcher (Francia).

Quienes contribuyeron con críticas e ideas que se han aplicado a los resultados de este trabajo.

- Los practicantes de ambas disciplinas comparten el **mismo objetivo**, es decir, desarrollar sistemas interactivos gobernados por software que van a ser utilizados por terceras personas o usuarios. Ambos, además, pretenden hacerlo lo mejor posible ofreciendo un producto de mucha calidad.
- La **principal separación** es la forma de enfocar la consecución del objetivo: Mientras la IS tiene un enfoque “hacia la tecnología” fuertemente marcado por la codificación, el principal punto de vista de la IPO son “los factores humanos” y “el usuario” en particular (aspecto de segundo orden en la visión de la IS).
- Aunque son los mismos practicantes los que ponen de manifiesto que mutuamente **necesitan del punto de vista “del otro”** para poder conseguir el objetivo común, cada uno por separado es incapaz de solucionar el problema adecuadamente, uno precisa del conocimiento y de las técnicas del otro, y viceversa.

En este ámbito, algunas de las propuestas realizadas en el campo de la Ingeniería de la Usabilidad, aunque sin mucho éxito, son pioneras en buscar este acercamiento de posiciones. Hasta el presente la IPO ha sido más bien como una cereza sobre un pastel [FAU00], viéndose más como un adorno (la cereza sobre el pastel es puramente un elemento decorativo) que no como un aspecto cuya finalidad es ofrecer un producto más competitivo y comercial —estrategia de marketing. La experiencia demuestra que añadir IPO como una “*simple vestimenta ornamental*” ni es económico ni asegura la mejor solución desde una perspectiva de la usabilidad [JOR98]. Se requiere hacer “*el pastel de cerezas*” en lugar del pastel con la cereza como guinda, tenemos la necesidad de encontrar la manera de hacerlo partiendo de modelos conocidos de la IS y utilizando las aproximaciones —cada vez mejores— de la Ingeniería de la Usabilidad con un enfoque Centrado en el Usuario. Si lo conseguimos tendremos el pastel deseado, con las cerezas distribuidas uniformemente en todo el pastel [FAU00].

Fruto de esta necesidad desde hace no muchos años se están celebrando eventos como los *workshops*, organizados en el marco varias ediciones del congreso INTERACT [FOR01][HAR03]²¹ (formado principalmente por practicantes de la IS) o de la ICSE²² [KAZ03] (donde dominan los partidarios de la IS), donde personas procedentes de ambas visiones se unen para acercar posiciones e investigar la forma de poder superar el hueco y disponer de un marco común que asegure calidad tanto de código como de uso.

En la misma línea, cabe destacar la iniciativa que lleva por título *The CHISE Bridge: HCI, Usability and Software Engineering Integration and Cross-Pollination* [CHISE] en cuanto a que se trata de una propuesta coordinada por reconocidos investigadores

²¹ El libro publicado en el mes de septiembre de 2003, que lleva por título *CLOSING THE GAPS: Software Engineering and Human-Computer Interaction*, que comprende los *proceedings* del segundo *workshop* organizado en las sesiones de trabajo previas al congreso Interact '03 (Zurich, Suiza) por los grupos de trabajo (*working groups*) 2.7 y 13.4 de la Federación Internacional para el Procesamiento de la Información (*International Federation for Information Processing, IFIP*), que se ocupan de investigar los aspectos relacionados con la ingeniería de la interfaz del usuario (*User Interface Engineering*).

²² El congreso *International Conference on Software Engineering, ICSE'03*, cuyo título es *Bridging the Gaps Between Software Engineering and Human-Computer Interaction* (podemos observar que es casi idéntico al anterior) se celebró en mayo de 2003 en Portland (Oregon-EEUU).

como J. GULLIKSEN, M. DESMARAIS y A. SEFFAH mediante la creación de un sitio web dedicado íntegramente a los aspectos concernientes acerca de la integración de la usabilidad, las técnicas, herramientas y prácticas de la IPO y del Diseño Centrado en el Usuario con la Ingeniería del Software. La idea de crear un sitio web radica en la no dependencia de un lugar específico de reunión, la atemporalidad y al mismo tiempo que permite que el proyecto esté siempre activo. Una de las primeras iniciativas que se están intentando materializar es el publicar un libro donde aparezcan iniciativas de calidad y de grupos muy diversos.

Y el modelo MPlu+a aquí presentado se inscribe en la línea de las investigaciones anteriores.

Dicha propuesta está orientada no sólo a la metodología de trabajo, sino que tiene también un marcado carácter docente que sirva para que los estudiantes universitarios de diversas disciplinas (aunque mayoritariamente son de ingeniería informática) aprendan a no preocuparse únicamente de escribir un código que se compile y funcione y comprendan la importancia del y usuario de los aspectos importantes de la interfaz a presentarle.

E. LAI-CHONG argumenta en [LAI03] que para poder cubrir el hueco existente debe empezarse por establecer un estudio de histórico y epistemológico que permitan entender desde sus raíces el diferente origen de ambas disciplinas y sus principales fuentes de inspiración. Este estudio permitirá relacionar las principales diferencias y supondrá el punto de partida para salvarlas.

La siguiente tabla (basada en [LAI03], [WIL03] y la propia experiencia) resume estas principales diferencias que desde sus orígenes han separado ambas disciplinas:

Atributo	IS	IPO
Recursos humanos	<ul style="list-style-type: none"> • Predominancia de especialistas en ciencias de la computación y desarrollo software. 	<ul style="list-style-type: none"> • Profesionales interdisciplinarios procedentes de campos de conocimiento alejados de la ciencia de los computadores.
Tareas	<ul style="list-style-type: none"> • Enfocadas por el código. • Dirigidas por la funcionalidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Enfocadas por la evaluación. • Dirigidas por el uso.
Casos de Uso	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenidos a partir del Análisis de las Tareas. • Descritos con notaciones formales (básicamente UML). 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtenidos a partir del trabajo contextual con usuarios. • Descritos con lenguaje natural y técnicas alternativas de bajo nivel técnico.
Actores	<ul style="list-style-type: none"> • Red, bases de datos... 	<ul style="list-style-type: none"> • Personas.
Diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado por tecnólogos sin contar con el punto de vista de los usuarios. • Dirigido por atributos técnicos y de proceso 	<ul style="list-style-type: none"> • Realizado por profesionales de cada área contando siempre con la participación activa de usuarios. • Defienden la idea que “el diseño está dónde se produce la acción”.
Paradigma de investigación	<ul style="list-style-type: none"> • Pragmático: práctica → teoría → practica. 	<ul style="list-style-type: none"> • Empírico: teoría → práctica → teoría.
Principales	<ul style="list-style-type: none"> • La tecnología. 	<ul style="list-style-type: none"> • Aspectos sociales relacionados con

unidades de análisis		los factores humanos.
Modelos de proceso	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de datos, objetos, funciones y estados del sistema. • Dirigidos por el proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> • Modelos de Diseño Centrado en el Usuario. • Dirigidos por la interfaz.
Prototipos	<ul style="list-style-type: none"> • Software vertical (con funcionalidades). 	<ul style="list-style-type: none"> • Evolutivos desde prototipos de baja fidelidad a prototipos software.
Evaluaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionales, de sistema y de integración. 	<ul style="list-style-type: none"> • De usabilidad.

Tabla c5_1: Características que tradicionalmente han separado la IS y la IPO

Concretamente el modelo de proceso MPlu+a incorpora a un ciclo básico de IS — compuesto por Análisis de Requisitos, Diseño, Implementación y Lanzamiento— aquellas actividades procedentes de las diferentes disciplinas que configuran la IPO que permiten establecer un puente entre IS e IPO para salvar las diferencias que entre ambas existen (relacionadas en la tabla anterior) y así disponer de un marco contextual global.

En cada fase del desarrollo de MPlu+a aparecen actividades desconocidas por la IS tradicional procedentes de ámbito IPO, mientras que para aquellas que si son conocidas pero de difícil comprensión por los equipos multidisciplinares se proponen formas integradoras que permiten la coexistencia de las mejores cualidades de ambas disciplinas.

Uno de los aspectos que más interés despierta en las publicaciones de los mencionados *workshops* es la incorporación de los procesos de UML con la metodología de las investigaciones del campo de la IPO. UML es una metodología que dispone de un conjunto de notaciones formales y procesos que se ha impuesto a modo de estándar de facto como metodología de diseño orientada a objetos entre los practicantes de la IS. Esta notación, como menciona P. PALANQUE en [PAL03], no dispone de los modelos necesarios para soportar algunas de las consideraciones más importantes de la IPO como el modelo de usuario o el modelo de presentación y, además, resulta confusa e ingrata para los componentes distantes de la ciencia computacional que habitualmente configuran los equipos de desarrollo pluridisciplinares de la IPO.

En el modelo veremos que este aspecto se aborda en la medida que hace posible que miembros de disciplinas tan diversas como la psicología, la propia ergonomía o el diseño gráfico sean capaces de entender la notación a utilizar, sin llegar al explotar el grado de formalismo habitualmente utilizado por UML.

Nuestro modelo incorpora, además, aspectos relacionados con la necesidad de ofrecer un acceso globalizado para todas las personas, indistintamente de sus cualidades o de sus capacidades físico-cognitivas. Este es el **primer intento** realizado por un equipo de investigación que no se conforma con proporcionar sistemas usables, sino **que trata de incorporar la accesibilidad a un modelo de proceso de IS y/o de IU.**

Finalmente, no quisiéramos acabar este apartado sin mencionar otras iniciativas que apuntan en esta misma dirección, entre las que destacamos el proyecto europeo

STATUS: Software Architectures That support Usability [STA02]. Se trata de un proyecto ESPRIT (IST-2001-32298), de tres años de duración que se inició a principios del año 2002, financiado por la Comisión Europea dentro de la Línea de Acción IV.3 del Programa de Tecnología de las Sociedades de la Información, cuyo propósito principal es estudiar y determinar las conexiones que existen entre la arquitectura del software y la usabilidad del sistema software resultante. Los resultados que del mismo se esperan son:

- Una descripción de los puntos fuertes y las debilidades de estilos arquitectónicos existentes con respecto a usabilidad.
- Un modelo arquitectónico que soporte la usabilidad, instanciado principalmente en un dominio de comercio-electrónico (e-commerce).
- Un modelo de proceso para la integración de las técnicas de la usabilidad en un proceso de software.
- Y finalmente, demostrar los resultados del proyecto en proyectos reales del dominio del comercio electrónico.

31. Esquema del MPlu+a

Algunos autores, como por ejemplo D. MAYHEW en [MAY99], afirman que no existe ningún recetario que aporte principios generales de diseño de aplicaciones y guías de estilo seguras que permitan llegar a la solución ideal con sólo seguir una de sus recetas, a la vez que no puede llegarse a tal solución sin la ayuda de tales guías.

Como hemos visto, entre las características principales de la usabilidad cabe destacar la *claridad* de la información y la *consistencia*, características que desde nuestra óptica también son aplicables a la accesibilidad del sistema.

Otro aspecto que consideramos importante es que un método disponga de un esquema para que el usuario del modelo (componente del equipo de desarrollo) ubique en todo momento la fase del desarrollo en la que se encuentra y las posibilidades u opciones disponibles a partir de la ella para continuar su desarrollo.

Bajo estas premisas, la siguiente figura muestra el esquema propuesto para el MPlu+a:

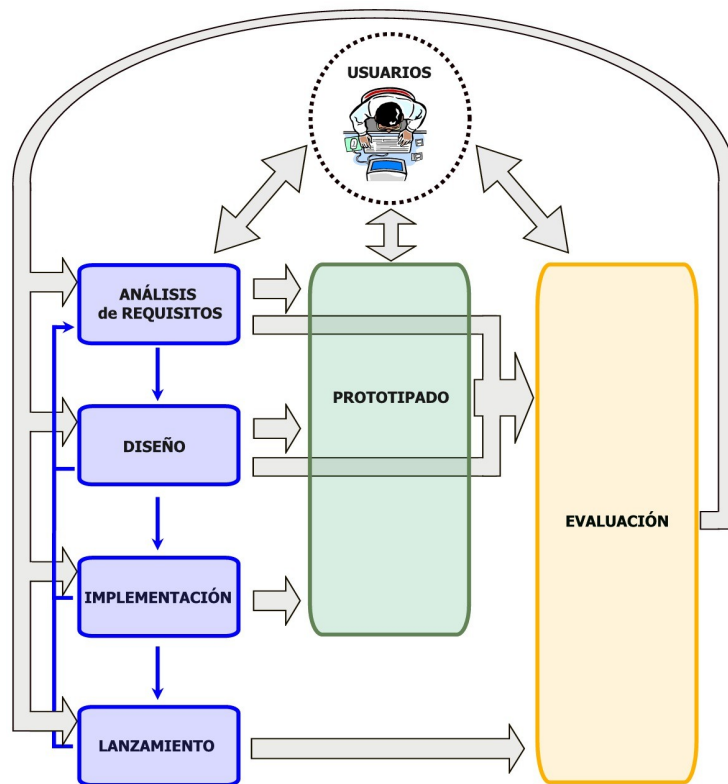


Figura c5_1: MPlu+a: Modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y de la Accesibilidad

32.Características

El esquema de la figura anterior nos muestra las diferentes fases en las que se divide el modelo de proceso de la Ingeniería de la Usabilidad y la Accesibilidad y cómo se relacionan cada una de ellas.

Las principales características del esquema, que son en definitiva las principales características del modelo de proceso, son:

1. Organización conceptual

El esquema está organizado en base a una serie de módulos o etapas que determinan la fase de desarrollo en la que nos encontramos y ubica en un nodo concreto la actividad del conocimiento existente en IPO. Esto, en definitiva, no hace más que “poner cada cosa en su sitio”, dotando de las pautas a seguir durante el diseño de un sistema interactivo.

2. Tres pilares básicos

Como ya se ha mencionado con anterioridad, una de las metas más importantes de este modelo de proceso es conseguir “casar” el modelo de desarrollo de sistemas interactivos de la Ingeniería del Software con los principios básicos de la Ingeniería de la Usabilidad y los de la accesibilidad proporcionando una metodología que sea capaz de guiar a los equipos de desarrollo durante el

proceso de implementación de un determinado sistema interactivo.

En la Ingeniería de la Usabilidad y en la IPO, en general hay dos conceptos muy importantes que deben realizarse de manera sistemática desde el inicio del desarrollo y no pueden cesar hasta la finalización del sistema: El prototipado y la evaluación

El esquema refleja muy claramente, con una codificación en colores, estos tres conceptos a modo de tres pilares básicos:

- La *Ingeniería del Software*, en el formato “clásico” de ciclo de vida en cascada iterativo o evolutivo (columna de la izquierda²³: Análisis/Diseño/Implementación/Instalación).
- El *prototipado* (columna central²⁴), como metodología que engloba técnicas que permitirán la posterior fase de evaluación.
- La *evaluación* (columna de la derecha²⁵) que engloba y categoriza a los métodos de evaluación existentes.

3. El usuario

En los modelos de desarrollo actuales los diseñadores y/o los programadores deciden por los usuarios, escogiendo las metáforas, organizando la información y los enlaces, eligiendo las opciones de los menús, etc. Dichas personas incluso, etiquetan sus aplicaciones como amigables al usuario (con el famoso “*user friendly*”²⁶) a pesar de que ningún usuario real haya dado su aprobación a tal característica.

Si alguien tiene la potestad de calificar algo como “user friendly” éste es únicamente el supuesto “user” o usuario, que es la persona que interacciona con el sistema.

Un proceso de Diseño Centrado en el Usuario debe dejar claro de que es así sólo con mirar el esquema la primera vez. Esto es lo que queda reflejado al disponer a éste en la parte central y por encima del resto de etapas todo el modelo de proceso.

Otro aspecto determinante en este modelo de proceso es que se da mucha importancia no sólo a los usuarios, sino también a los **implicados**²⁷ en cuanto a que son personas que sin ser usuarios directos del sistema su actividad se ve

²³ De color **azul** si se dispone de una imagen en color del esquema del Modelo de Proceso.

²⁴ De color **verde** si se dispone de una imagen en color del esquema del Modelo de Proceso.

²⁵ De color **amarillo** si se dispone de una imagen en color del esquema del Modelo de Proceso.

²⁶ *User Friendly* se traduce directamente como *amigable para el usuario* y hace referencia a la facilidad de uso como característica del programa o sistema que lo lleva etiquetado.

²⁷ Posteriormente, al tratar el Análisis de los Requisitos se explica el concepto del implicado y el porqué de su importancia en desarrollo de un sistema interactivo.

afectada por el mismo.

Queda claro, pues, que el usuario está en el centro del desarrollo y en las facetas en las que interviene.

4. *Un método iterativo*

Establecer procesos repetitivos es un aspecto natural que se da en cualquier otro ámbito de ingeniería, sea de la disciplina que sea.

Por poner un ejemplo de otra disciplina, en el mundo de la edificación existe incluso antes de empezar con la excavación del terreno una serie de reuniones (iteraciones) arquitecto–cliente (desarrollador–usuario) para conseguir que el diseño del futuro edificio se adapte a las necesidades de sus inquilinos.

Dicho proceso de repetición aplicado a la Ingeniería del Software también existe, aunque suele producirse en la fase final del proceso.

Volvamos al ejemplo anterior. ¿Qué pasaría si las reuniones entre el cliente y el arquitecto se realizasen una vez que la estructura del edificio ya estuviese levantada?. ¿Podría, por ejemplo, cambiar la posición o el tamaño de una ventana? o incluso ¿podría abrirse una nueva ventana en una pared maestra?... Y si ello fuese técnicamente posible ¿cuál sería su coste?.

El esquema propuesto dispone de una serie de flechas cuyo objetivo no es otro que visualizar que desde todas las fases se promueve la participación activa de los usuarios, tanto en el análisis de requisitos como en el diseño y en la realización de prototipos y/o su posterior evaluación.

Pueden observarse *dos tipos de flechas*, unas delgadas²⁸ que se corresponden con el modelo de la IS, y otras más gruesas²⁹ que convierten la IS en un verdadero modelo centrado en el usuario. Éstas últimas indican, entre otras cosas, donde interviene el usuario.

5. *Sencillez*

Mayoritariamente los desarrolladores de sistemas interactivos que pretendemos que la usabilidad sea un factor determinante de los mismos estamos de acuerdo en que sus interfaces, sin perder su capacidad comunicativa y funcional, tienen que ser *cuanto más sencillas y simples mejor*.

Y si estamos de acuerdo con la premisa anterior estaremos igualmente de acuerdo con la idea de que la metodología que les permita llevar a cabo su trabajo de manera más eficiente sea también muy sencilla y simple.

El esquema aquí presentado nace con esta idea como trasfondo para todo el equipo de desarrollo: Es escueto, con pocos nodos y ramificaciones y sin caminos condicionales que dificultan su comprensión.

Las diferentes representaciones del sistema (diseño...) deben ser comprensibles, tanto por todos los componentes de los equipos (multidisciplinares) de

²⁸ De color **azul** si se dispone de una imagen en color del esquema del Modelo de Proceso.

²⁹ De color **gris** si se dispone de una imagen en color del esquema del Modelo de Proceso.

desarrollo como por los usuarios y cualquier implicado que esté involucrado en el sistema, que sólo será posible construyendo dichas representaciones lo más simples posibles.

6. Adaptado al modelo mental de los equipos multidisciplinares

El constante contacto con personas procedentes de áreas de conocimiento tan diversas como los componentes del grupo de investigación GRIHO ha servido para constatar la tan referenciada necesidad y a la vez la valiosa aportación que supone trabajar con estos equipos multidisciplinares.

Entre otros aspectos, experimentalmente hemos comprobado que *los modelos mentales de las diferentes personas distan mucho entre ellos*, hecho que supone que surgen más dificultades de las previstas si los mecanismos de comunicación no son eficientes y las herramientas formales de modelado no son suficientemente simples.

Respecto a éstos, se ha constatado que utilizar métodos descriptivos en lenguaje natural junto con herramientas de uso habitual (aspectos comprensibles por todos los miembros del equipo) facilita el proceso comunicativo entre las personas que intervienen en el desarrollo.

Disponer, por otra parte, de un equipo de desarrollo formado por gente tan diversa no significa que todos ellos estén presentes en todas las fases del proyecto. Ni siquiera es preciso que todos tengan una visión completa de la evolución del desarrollo, lo que sí que es necesario es que cada uno tenga la visión necesaria y precisa del sistema desde su punto de vista y concerniente a su participación durante el proceso de desarrollo.

En el capítulo anterior se han argumentado las razones por la que es necesaria la participación de cada una de las diferentes disciplinas durante el proceso de desarrollo de sistemas interactivos y la participación de cada disciplina en el proceso de desarrollo software. La siguiente figura refleja, de forma esquematizada, en un cuadro bidimensional que ubica gráficamente la relación disciplina-fase MPLu+a, dicha participación:

	A.R.	Dis.	Impl.	Lanz.	Prot.	Eval.
Etnografía	■				■	■
Sociología	■				■	■
Psicología	■	■			■	■
Ergonomía	■	■		■	■	■
Diseño Gráfico		■	■		■	■
Programación		■	■	■	■	■
Ing. S/W	■	■	■	■	■	■
Int. Artificial	■	■	■	■	■	■
Documentación	■	■		■	■	■

Figura c5_2: Relación entre las diferentes disciplinas de un equipo multidisciplinar y su “particular” visión del MPLu+a

Finalmente, no podemos olvidar que tanto los usuarios como los implicados en el sistema forman parte de este conglomerado pluridisciplinar y consecuentemente el modelo es también comprensible para ellos.

7. Flexibilidad

Debe destacarse también que el modelo no tiene ni un sentido lineal ni restrictivo, sino que fomenta la libre aplicación del mismo: Será el equipo de desarrollo (representados normalmente por el responsable del proyecto en desarrollos de envergadura considerable o el diseñador o programador más experimentado en desarrollos menores) junto con los propios requisitos del sistema, las particularidades de los usuarios y los resultados de las diferentes evaluaciones quien marcará cuantas iteraciones deben realizarse, como deben hacerse y el flujo de las acciones a realizar en cada iteración.

33.Fases

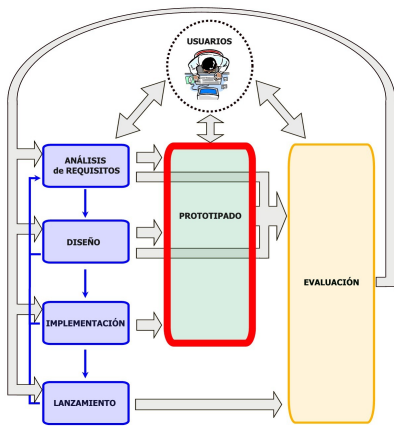
El esquema está organizado en una serie de fases —cada nodo del esquema corresponde a una de estas fases— que repetitivamente irán realizándose durante el desarrollo de un determinado sistema interactivo.

Veremos a continuación el objetivo de cada una de estas fases y las actividades que en cada una de ellas pueden o deben ejecutarse.

El criterio seguido para explicar cada una de las fases es el siguiente: Primero se explican las columnas de fase única concernientes al prototipado y a la evaluación para posteriormente entrar en el detalle de las fases de la primera columna (que como se ha mencionado corresponde a un ciclo de vida de la IS).

La razón de esta decisión se debe a que tanto el prototipado como la evaluación son aspectos primordiales en todo diseño de sistemas centrado en el usuario e inevitablemente se hace continuada referencia al explicar el resto de fases y sus actividades relacionadas.

33.1. Prototipado



Prototipado es un término que no encontraremos en el *Diccionario General de la Lengua Española*, no obstante, es una palabra de uso común en el ámbito de la IPO que se utiliza como traducción del anglicismo *prototyping*³⁰, que viene a ser un sustantivo que aglutina el significado de la palabra prototipo con las diferentes herramientas y técnicas que permiten la producción de dichos prototipos.

Desde que se empieza el desarrollo de un sistema interactivo necesitamos probar partes del mismo con multitud de objetivos para: Verificar funcionalidades, averiguar aspectos relacionados con la interfaz del

sistema (posición de controles, textos, colores...), validar la navegación, probar nuevas posibilidades técnicas, etc.

Es impensable llegar al final del desarrollo sin haber realizado comprobaciones a lo largo del camino. Los prototipos son precisamente el mecanismo que permite realizar estas comprobaciones.

Los prototipos, que son documentos, diseños o sistemas que simulan o tienen implementadas partes del sistema final [ROS02a], constituyen una herramienta muy útil para, como es nuestra intención, hacer participar al usuario en el desarrollo y poder evaluar el producto desde las primeras fases del desarrollo.

El MPlu+a no marca ninguna pauta para indicar a los diseñadores en qué situaciones deberán recurrir al uso de una determinada o determinadas técnicas para simular el funcionamiento. Tampoco los limita a poder realizar un primer prototipo en una fase muy inicial del proyecto.

El modelo intenta garantizar que se cumplan los pasos necesarios para disponer de un producto altamente usable y accesible a la vez que concede un alto grado de libertad para que el equipo de desarrollo libremente decida cuándo y cómo deberá aplicar las diferentes técnicas.

En las aproximaciones de DCU, los prototipos constituyen mucho más que simples demostraciones del producto; se utilizan para recoger las impresiones del usuario para repercutirlas en el diseño de la interfaz [ISO99, pág. 9].

33.1.1. ¿Qué es un prototipo?

El supuesto lógico del diseño iterativo es que los prototipos son construidos y evaluados para guiar el rediseño y la mejora.

Un prototipo en sentido genérico *es una implementación parcial pero concreta de un*

³⁰ En realidad, aunque *prototyping* es un término común (al menos en el ámbito de la IPO), tampoco se encuentra en los diccionarios de lengua inglesa.

sistema o una parte del mismo que principalmente se crean para explorar cuestiones sobre aspectos muy diversos del sistema durante el desarrollo del mismo.

En referencia a *una interfaz de usuario se realizan prototipos con la finalidad de explorar los aspectos interactivos del sistema* [ROS02a] *incluyendo la usabilidad, la accesibilidad y/o la funcionalidad del mismo.*

El uso de los prototipos en el desarrollo de sistemas software no se limita sólo a probar las interacciones que los usuarios deben realizar, sino que son útiles también para otras actividades que se realizan durante el proceso, como por ejemplo su gran utilidad en la fase de recogida o análisis de requisitos en cuanto que amplía y mejora y la información necesaria para el desarrollo del sistema [KOT97].

Las principales características de los prototipos son:

- Son formidables herramientas de:
 - **Comunicación** entre todos los componentes del equipo de desarrollo y los usuarios [GIL03].
 - **Participación**, para integrar activamente a los usuarios en el desarrollo.
- Dan **soporte** a los diseñadores a la hora de escoger entre varias alternativas.
- Permiten a los diseñadores **explorar** diversos **conceptos** del diseño **antes de establecer los definitivos**.
- Permiten **evaluar** el sistema desde las **primeras fases** del desarrollo (facilitan la exploración de ideas sobre nuevos conceptos tecnológicos).
- Son esenciales para la **documentación**, tanto de conceptos funcionales del sistema como de tareas concretas del mismo.
- Son el primer paso para que **ideas abstractas sean concretas, visibles y testables** [ROS02a].
- **Fomentan la iteratividad**.
- **Mejoran la calidad y la completitud de las especificaciones** funcionales del sistema.
- Son herramientas de **propósito general**, pues sirven para comprobar la fiabilidad técnica de una idea, clarificar requisitos que quedaron “indeterminados” o ver como responde con el resto de la aplicación.

33.1.2. Categorías de técnicas de prototipado

Las diferentes técnicas de realización de prototipos varían entre ellas en términos de: (1) el *coste* y el *esfuerzo* de producir los prototipos y (2) la *fidelidad* de dichos prototipos respecto al sistema final. Será necesario, por tanto, valorar en cada momento cuál será la técnica más apropiada a utilizar en función del período del desarrollo en el que nos encontremos y de los objetivos a cumplir.

Las técnicas de prototipado suelen catalogarse en dos categorías básicas [RET94]: Baja fidelidad (*low-fidelity* o *low-fi*) y alta fidelidad (*high-fidelity* o *hi-fi*).

- Los *prototipos de baja fidelidad* implementan aspectos generales del sistema sin entrar en

detalles. Permiten abarcar un espectro mayor de la interacción a realizar.

Los prototipos de baja fidelidad permiten aplicar la primera ley de la creatividad de FUDD: "Para obtener una buena idea, obtén un montón de ideas" [RET94], y en este caso obtienes además mucha realimentación.

- Con los *prototipos de alta fidelidad* se representan aspectos más precisos. Sirven, por ejemplo, para detallar el proceso interactivo global de una o varias tareas concretas.

Los prototipos de baja fidelidad se caracterizan por ser *económicos, rápidos de construir, rápidos de arreglar y no precisan* de técnicos *expertos* (¡y caros!), mientras que los prototipos de alta fidelidad se caracterizan por el *uso de herramientas especializadas* de prototipado que *ofrecen más detalle y precisión*, por *requerir de expertos* que conozcan dichas herramientas, por ser *más caros* (tanto las herramientas como los expertos no son precisamente baratos), por necesitar *mayor tiempo* para implementar el prototipo y los cambios, por *crear falsas expectativas* (suelen hacer creer al usuario y/o cliente que el producto está más avanzado de lo que realmente está) y, además, *pueden paralizar la prueba* si ocurre algún error.

No obstante, estos últimos no son peores que los primeros, pues cada uno tiene su propia función. Ciertas pruebas, por ejemplo de rendimiento, sólo pueden realizarse o se obtienen mejores resultados mediante prototipos de alta fidelidad.

Un equipo de desarrollo puede implementar unos bocetos de una serie de pantallas en cuestión minutos si utiliza alguna técnica de prototipado rápido, pero la creación de una animación mediante ordenador puede llevar varios días o incluso semanas. Será necesario valorar este esfuerzo y que esperamos de él para decidir implementar un tipo u otro.

La siguiente tabla (basada en la presentada en [RUD96]) resume las ventajas y los inconvenientes de las dos categorías de técnicas de prototipado referenciadas:

	Ventajas	Inconvenientes
Prototipos de <i>baja fidelidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Costes de desarrollo pequeños. • De muy rápida creación. • Fácil de cambiar (cualquiera puede realizar los cambios). • Los usuarios, al ser conscientes de la facilidad de los cambios y del bajo coste económico, se sienten cómodos para opinar y proponer cambios. • Evaluación de múltiples conceptos de diseño. • Útil para el diseño general de las interfaces. • Útil para identificar requisitos. • Autosensación de prueba. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitado para la corrección de errores. • Especificaciones poco detalladas (para pasar a la codificación). • Dirigido por el evaluador. • Su utilidad disminuye cuando los requisitos ya están bien establecidos. • Navegación y flujo de acciones limitadas.
Prototipos de <i>alta fidelidad</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Funcionalidad de tareas completa. • Completamente interactivo. • Dirigido por el usuario. • Navegabilidad. • Aspecto semejante al sistema final. • Puede servir como especificación. • Puede servir como herramienta de marketing y para demostraciones de ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elevados costes de desarrollo. • Requieren mucho tiempo de implementación. • Mayor dificultad de cambiar (cambios sólo realizables por el autor y requieren mayor tiempo). • Crea falsas expectativas. • Menor efectividad para la recolección de requisitos.

Tabla c5_2: Ventajas e inconvenientes de los prototipos de baja y alta fidelidad

Determinados autores [VIR96] aseguran que, al menos en las primeras etapas del diseño, los prototipos de baja fidelidad son tan efectivos como los de alta fidelidad.

33.1.3. 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 [NIE93]:

- **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 en la que no se puede realizar ningún trabajo real [LIF90].

33.1.4. Prototipado contextual

Cris STARY en [STA00] explica el desarrollo de prototipos utilizando el contexto de uso de la aplicación como base principal de los mismos. El desarrollo contextual, que está directamente relacionado con el Diseño Contextual (ver punto) que se menciona en los métodos de la Ingeniería de la Usabilidad existentes difiere en la manera de enfocar el desarrollo tradicional de interfaces de usuario: El enfoque principal está más en el contexto de uso que los usuarios hacen de los sistemas que en los aspectos técnicos requeridos para la interacción (los aspectos técnicos afloran sin necesidad de estimularlos cuando las especificaciones se convierten en líneas de código).

El proyecto TADEUS (*Task Análisis/Design/End User Systems*) [STA00][ELW95] referenciado por el mismo autor constituye el entorno de trabajo que permite realizar el prototipado basado en el contexto (prototipado contextual) para entender a los usuarios finales y su organización de trabajo y lo relaciona con el diseño de la interfaz del usuario. Para ello, TADEUS dispone de una serie de componentes (un Modelo de Tareas, un Modelo de Usuario, un Modelo de Datos y un Modelo de Interacción) que demuestran que el espíritu del prototipado contextual está íntimamente relacionado con el Diseño Centrado en el Usuario y la Ingeniería de la Usabilidad.

33.1.5. Técnicas de prototipado

Cuando hablamos de la interfaz de usuario lo hacemos en términos de su "*presentación y interacción*" ("*look and feel*"). La *presentación (look)* comprende la disposición de los elementos de la interfaz (gráficos y texto en la pantalla, botones en un mando a distancia...), mientras que la *interacción (feel)* hace referencia al procesamiento y a su rendimiento.

En palabras de C. SNYDER en [SNY03], *look son pixels y feel es código*, y la producción de ambos requiere cierto esfuerzo que varía dependiendo del método de prototipado utilizado. Esta reflexión hace referencia a las interfaces visuales (mayoritarias actualmente) y no a las interfaces multimodales.

Encontramos, pues, que el prototipado comprende dos procesos diferenciados:

- Uno es la *presentación*. Partiendo de entender el propósito de la interfaz a desarrollar se activa un proceso de pensar en cómo vamos a mostrar este propósito a nuestros usuarios para posteriormente trasladar estos pensamientos en elementos visibles para los ellos.
- Y otro es la *interacción*, necesaria para que la presentación presente la componente interactiva y así el prototipo muestre sus posibilidades.

En función de la técnica de prototipado escogida, el peso de cada uno de estos procesos será muy distinto, afectando, por tanto, al tiempo de desarrollo y en consecuencia al coste del sistema.

Como ya se ha remarcado, el prototipado constituye uno de los tres pilares básicos del modelo de proceso, constituyendo casi siempre el enlace natural que permite la constante evaluación del desarrollo de la interfaz del usuario y, en general, de todo el sistema.

A continuación, se enumeran las diferentes técnicas de prototipado propuestas como actividades del MPlu+a durante la implementación de un sistema interactivo que queremos construir con elevados niveles de usabilidad y de accesibilidad.

Bocetos (esbozos)

Los bocetos son maneras de representar “primeras ideas”, ya sea sobre lo que se pretende representar, sobre alguna funcionalidad concreta o sobre qué metáforas se utilizarán. Se usan en la etapa más inicial del diseño, a menudo antes incluso de determinar muchos aspectos del análisis de requisitos, con la finalidad de *recoger las primeras impresiones del espacio de trabajo de la interacción*.

La clave de los bocetos es su velocidad de producción: Un boceto se realiza en unos 15 ó 20 segundos, de manera que se pueden generar gran cantidad de bocetos en muy poco tiempo. Se trata sólo de una recogida de ideas iniciales.

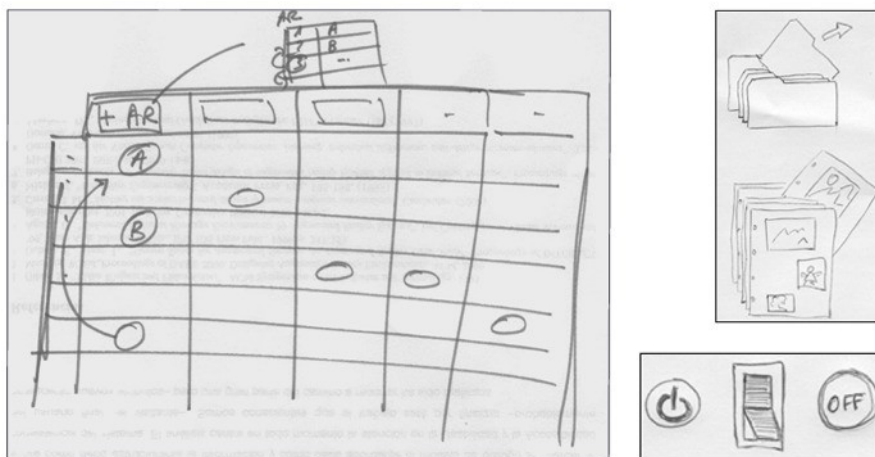


Figura c5_3: Ejemplos de bocetos realizados para la búsqueda de metáforas de un determinado proyecto. Las imágenes de la figura corresponden a bocetos realizados durante las fases iniciales de algunos de los proyectos relacionados en el capítulo inicial

Storyboards

La técnica del *storyboarding* tiene sus orígenes en la industria cinematográfica y básicamente consiste en una serie de dibujos o imágenes dispuestos en formato secuencial de viñetas (o *storyboards*³¹) que, aplicada al diseño de sistemas interactivos, representan cómo un determinado sistema será usado durante la consecución de una determinada tarea. Muestran la evolución de la situación del usuario y su entorno mientras está interactuando con el sistema.

El ejemplo cotidiano que rápidamente nos permite entender de qué trata un *storyboard* son las

³¹ El significado de *Storyboard* es “desarrollo secuencial de viñetas”, de ahí el término *storyboarding*.

historietas de los cómics que todos en alguna ocasión habremos leído.

En [DIX93] se indica que esta técnica es la noción más simple de lo que se entiende por un prototipo, tanto es así que incluso algún autor, como A. SUTCLIFFE en [SUT02], no la clasifica como tal, sino que la considera más una técnica de captura inicial de requisitos del sistema que un prototipo del mismo. Sin embargo, otros autores [PRE02] clasifican el *storyboarding* como una técnica de prototipaje de baja fidelidad.

A pesar de ello, hemos clasificado el *storyboarding* como una técnica de prototipado porque realmente se implementa un documento gráfico que sirve para entender partes del sistema, sirve para evaluar aspectos del mismo con usuarios e implicados y sirve, además, en varias etapas del modelo de proceso.

Con esta técnica se pretende crear diferentes *vistas del sistema*³² en las primeras etapas de su implementación de la manera más rápida y barata posible [SUT02], empleando para su producción medios tan económicos como son el lápiz y el papel o, si queremos hacerlo un poco más sofisticado, hacer uso de las potentes herramientas de edición gráficas de las que actualmente disponemos.

Los *storyboards* resultan especialmente indicados para aquellos proyectos en los que la implantación del nuevo sistema cambiará la forma de trabajar o de realizar ciertas tareas de las personas afectadas por él. Con ellos representaremos de una manera gráfica, eficiente e informal la *situación actual* de un determinado contexto, que será “modificado” con la implantación de un nuevo sistema interactivo, y la *situación futura* que describa cómo cambiará la realización de las tareas tras la implantación del nuevo sistema. Así, con una representación actual y una futura se favorece la comprensión por parte de todos los miembros del equipo del sistema a desarrollar.

Para lo que no es adecuado realizar un *storyboard* es para comprobar aspectos referentes a la interactividad del sistema, aunque sí que será útil como material de soporte, tanto para asegurarse que el diseñador ha comprendido el problema como para discutir detalles con los usuarios, implicados y responsables del proyecto acerca de su funcionamiento.

Las siguientes figuras muestran dos ejemplos correspondientes a algunos de los casos implementados en los que podemos ver unos *storyboards* realizados para representar la situación actual (tal como se está realizando actualmente una determinada acción) y la futura (cómo será tras la implementación del nuevo sistema):

³² El ejemplo más habitual de diferentes “vistas del sistema” (y que posteriormente veremos en forma de escenarios y casos de uso) es representar la situación de un determinado proceso tal como se realiza actualmente (sería una vista) y otra tal como se realizará tras la implantación de un nuevo sistema (constituyendo la otra vista).

Storyboard correspondiente al caso del nuevo sistema interactivo para una recepción de hotel.

Práctica realizada por los alumnos del máster semipresencia I en IS de la FPC.

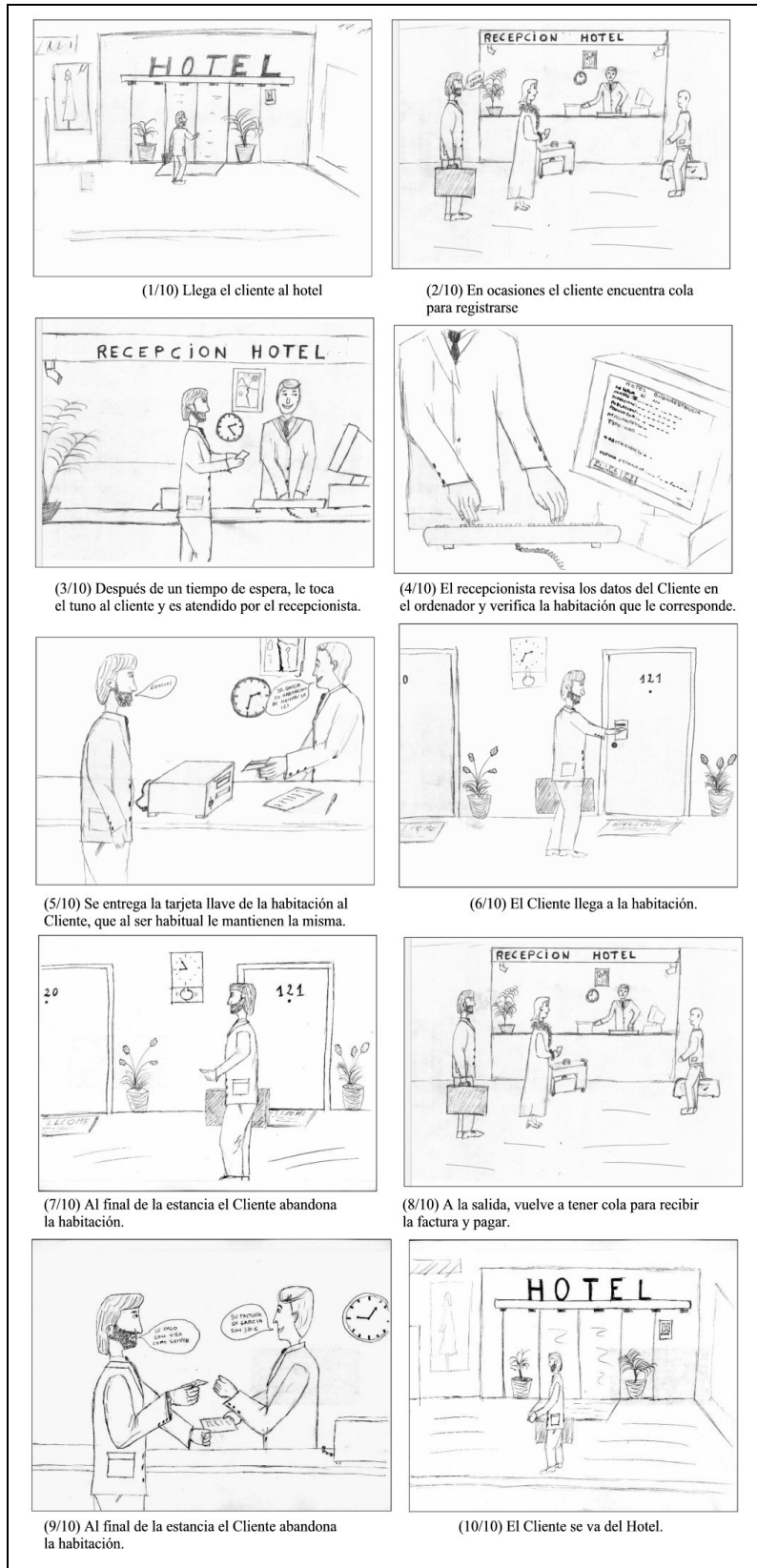


Figura c5_4a:
Situación
ACTUAL

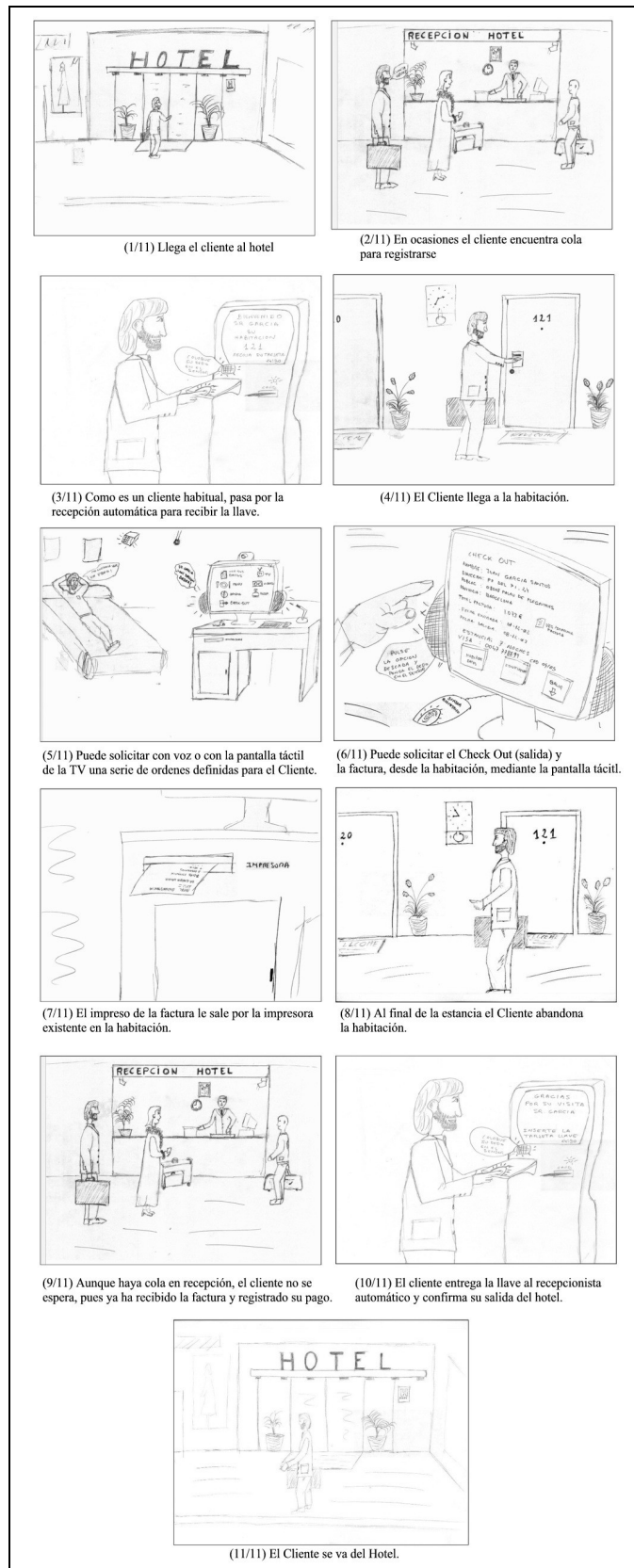


Figura c5_4b:
Situación
FUTURA

Prototipos de papel

Esta técnica de prototipado de baja fidelidad se basa en la utilización de materiales tan básicos como *lápiz*, el *papel* y las *tijeras* para la creación de prototipos simples pero enormemente versátiles.

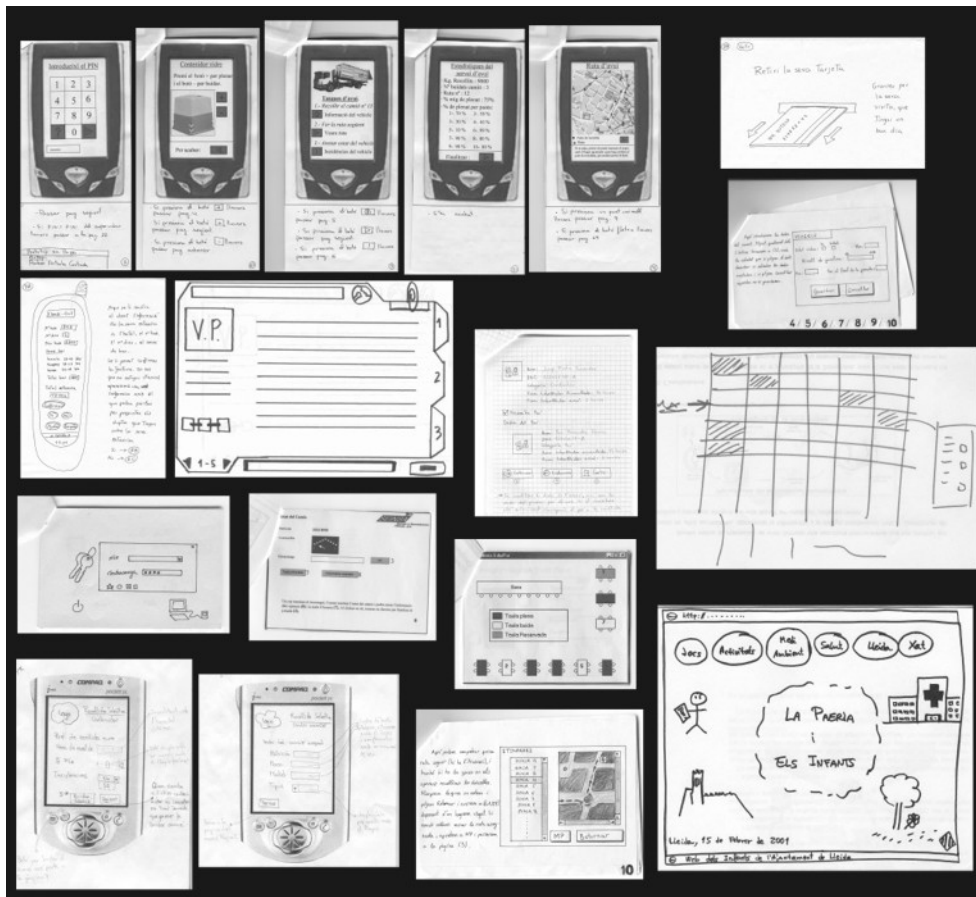


Figura c5_5: La imagen muestra algunos de los muchos ejemplos de prototipos de papel realizados en varios de los proyectos relacionados con los casos de uso de la tesis

Este sistema permite una gran velocidad y flexibilidad en el momento de hacer los prototipos, a la vez que al requerir materiales tan básicos se trata de una técnica “muy económica”.

El **objetivo** de un prototipo de papel no es probar o verificar *lo bonito* que es el diseño, sino que se trata de *verificar si los usuarios son capaces de realizar sus tareas con la interfaz propuesta*. La utilización de esta técnica de prototipado no precisa incorporar avances tecnológicos; sólo es necesario que capture la funcionalidad del sistema y que comunique la información y sus interacciones adecuadamente.

Esta técnica de prototipado consiste en dibujar en un papel, sin entrar en grandes detalles estéticos, las interfaces que se van a probar y valorar. Los diferentes estados de la interfaz se van dibujando en hojas separadas y mediante un proceso de ordenación que el diseñador determina permite que el usuario final interactúe con este material simulando el funcionamiento del sistema.

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 representaciones de las pantallas —de tamaño lo más real posible— que el usuario se encontraría como resultado de las diferentes interacciones que produciría.



Figura c5_6: Ejemplo de un prototipo de papel “desplegado” perteneciente al caso de la práctica de la recepción del hotel

Al realizar un prototipo de papel no debemos olvidar que de lo que se trata es de **reflejar aquellos aspectos de la interfaz del usuario referidos a las interacciones que el sistema le proporciona**. Esto indica un prototipo de papel que deberá mostrar dos aspectos muy importantes: Uno es la **presentación** que hace referencia a qué elementos proporciona dicha interfaz para la interacción y el otro es la **navegación** en forma de información complementaria con diseño claramente perceptible que facilite la movilidad durante la fase de evaluación del prototipo. La siguiente figura, además de proporcionar otro ejemplo ilustrativo de esta técnica de prototipado, muestra unas pestañas numeradas y recortadas en la parte inferior del papel que agiliza la interacción entre las diferentes pantallas haciendo “*más real*” la realimentación que recibe el usuario. Estas pestañas dan el soporte necesario a la navegación que hacíamos referencia anteriormente.



Figura c5_7a: Una de las maneras de presentar un prototipo de papel para que pueda ser utilizado por un usuario es mostrándolo en formato de pestañas como las que muestra la imagen. Esta técnica proporciona ciertas posibilidades interactivas al prototipo que facilitan su evaluación. Este ejemplo concreto corresponde al proyecto Seinsa relativo a la recogida selectiva de basura

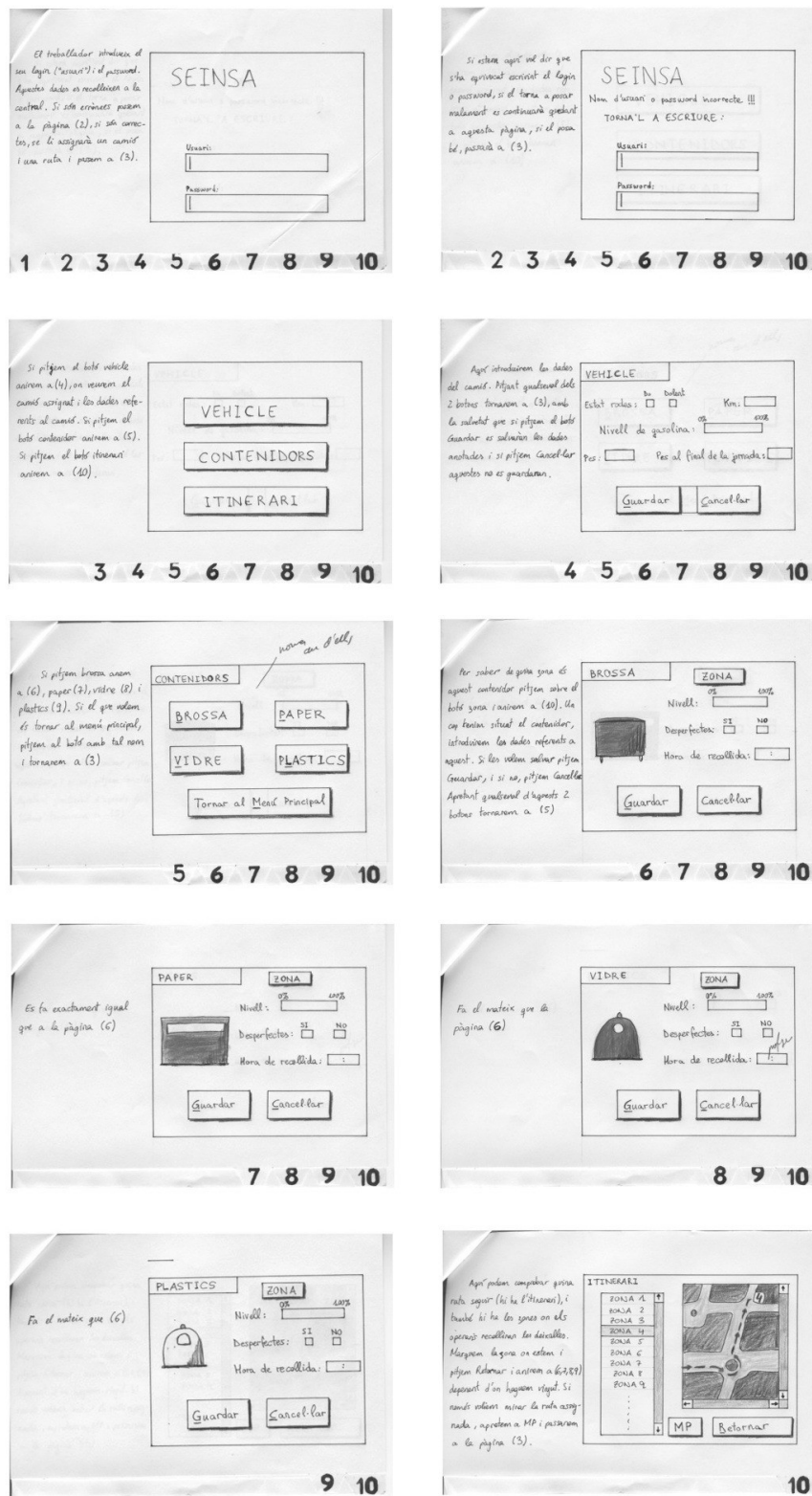


Figura c5_7b: Visión desglosada del prototipo de Seinsa

En el grupo de investigación GRIHO esta técnica ha sido probada en todos los proyectos referenciados con enorme éxito y aceptación por parte tanto de los integrantes del grupo como por parte de los usuarios que han “probado” el prototipo: El *beneficio obtenido comparado con la cantidad y calidad de la información recogida y con el esfuerzo necesario para realizarlo es muy alto.*

En el proyecto de la aplicación para los comerciales de la empresa de prefabricados se utilizó un

prototipo de papel del sistema para realizar la primera sesión de evaluación con usuarios (más adelante veremos las diferentes técnicas de evaluación) y al finalizar la prueba uno de los usuarios exclamó: “¡Por fin un informático me enseña algo que entiendo!!!”. Anécdota que describe por sí sola una ventaja importante de esta técnica: la desinhibición del usuario.

Ventajas e inconvenientes.

Veamos a continuación las ventajas y los inconvenientes más destacados de utilizar la técnica del prototipado de papel.

Ventajas	<ul style="list-style-type: none"> • Los problemas (funcionales y de usabilidad) se pueden descubrir en una etapa muy temprana del proceso de diseño, mucho antes de haberlos codificado. • Favorece la comunicación entre el equipo de diseño-desarrollo, los usuarios y los implicados. • Favorece también la participación de todos los miembros de los equipos multidisciplinarios proporcionando un soporte comunicativo entre las diferentes disciplinas. • Son muy rápidos de construir y refinar, lo que permite realizar rápidas iteraciones de diseño. • Los recursos consumidos son mínimos (materiales muy básicos) y económicos. • Psicológicamente es beneficioso para los usuarios. • Resulta tan familiar para los usuarios que sin dudarlo intervienen en las modificaciones del diseño. • El usuario, que es consciente de la facilidad y el bajo coste del prototipo, no se siente cohibido de proponer cualquier cambio. • Resulta menos intimidante que un ordenador (ayuda a superar el fenómeno conocido como tecnofobia³³ [WEI97]). • El tiempo dedicado al proceso de codificación —ver apartado anterior— es cero. • No están sujetos a restricciones impuestas por la tecnología —arquitectura del sistema, la base de datos, el ancho de banda, el sistema operativo—, y a pesar de ello ayuda al equipo a anticipar problemas y decisiones derivadas de la tecnología. • Puede servir como herramienta de marketing y para demostraciones de ventas.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none"> • Por su simplicidad, los prototipos de papel no sirven para realizar evaluaciones detalladas del diseño. • No puede simular la respuesta del sistema. • En el momento de evaluarlo es fácil que se den por supuestas cosas que realmente no están en el prototipo. • No hay un consenso sobre cuál debe ser el nivel de detalle que el prototipo debe implementar ni de la calidad gráfica o de expresividad. • La construcción de los prototipos de papel parece tan evidente que a menudo se menosprecian aspectos tan importantes como que el

³³ La *tecnofobia* es un fenómeno relacionado con el miedo que tienen muchas personas hacia la tecnología

prototipo se asemeje al máximo en tamaño y forma al dispositivo para el que estamos realizando —cuanto más realista resulte el prototipo mejor será la realimentación de los usuarios— el prototipo, que suele llevar a rediseños posteriores que inutilizan los ya realizados.

Tabla c5_3: Ventajas e inconvenientes de utilizar la técnica de los prototipos de papel como técnica de prototipaje de sistemas interactivos

Relacionado con el último inconveniente mencionado, cabe mencionar que si estamos realizando, por ejemplo, un prototipo de papel para simular el funcionamiento de un sistema que se ejecutará utilizando un PDA los prototipos deben implementarse acorde al tamaño real de dicho dispositivo.

En la introducción de [SNY03] J. NIELSEN destaca que el prototipo de papel tiene además **otra ventaja** habitualmente no mencionada:

“... considere usted todos los libros que ha leído sobre tecnología y ordenadores, diseño web,... ¿Cuántas cosas de ellos seguirán siendo válidas dentro de 10 años? ¿y de 20? ... todo lo que aprenda sobre el prototipado de papel podrá utilizarlo en todos los proyectos durante el resto de su carrera”.

Utilidad.

Los dos gráficos de la figura c5_8 nos servirán para constatar la utilidad de una técnica tan simple y tan familiar para realizar prototipos de sistemas software. Estos gráficos muestran el resultado de varios profesionales desarrolladores interesados por la usabilidad de los sistemas software a quienes se les planteó (entre otras) la siguiente pregunta: *¿Cuál es el grado de importancia del prototipado de papel en tu trabajo diario?*

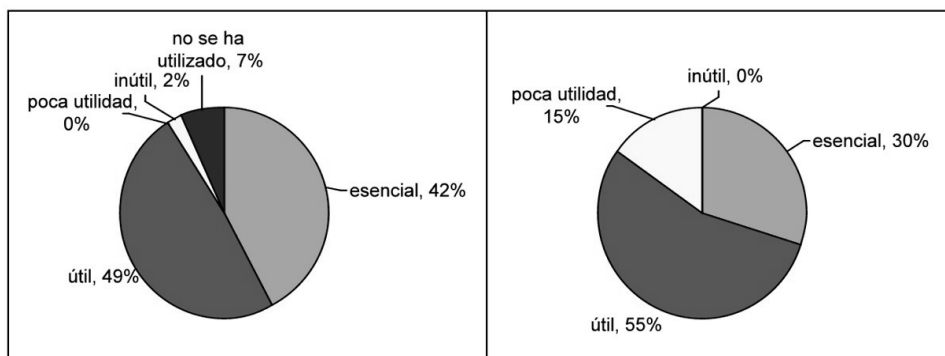


Figura c5_8: La importancia del prototipo de papel en el trabajo diario vista por 87 profesionales españoles (izquierda) y por 172 profesionales de usabilidad en EEUU (derecha)

El gráfico de la izquierda corresponde a una encuesta que mediante el correo-e personalmente realicé durante el verano de 2003 y que fue contestada por 87 profesionales de diversas disciplinas y ámbitos relacionadas con el desarrollo de software. El de la derecha corresponde a una encuesta realizada en julio de 2002 a 172 profesionales de usabilidad que podemos encontrar en [SNY03].

En ambos casos podemos ver que más del 80% de los profesionales entrevistados encuentran esta técnica útil para su trabajo, muchos de ellos incluso la consideran absolutamente esencial.

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 a partir de materiales muy básicos) para que sirvan de herramienta con el fin de *evaluar una parte física del sistema*.

Esta técnica suele ser útil cuando queremos reflejar como será un dispositivo en un momento en el que éste aún no existe (sólo está en la mente de algunos desarrolladores, se sabe que aparecerá pero aun no está disponible, etc.).

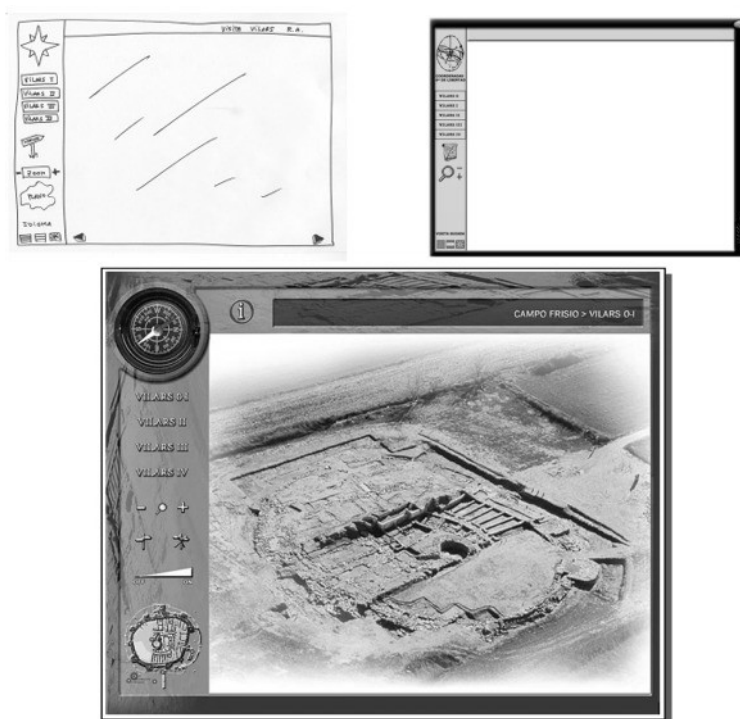


Figura c5_9: Maqueta, de madera y papel, del dispositivo para realizar una visita en Realidad Aumentada al yacimiento arqueológico. En la parte superior podemos ver parte algunos de los prototipos de papel previos a la materialización de la maqueta

Las maquetas constituyen un material de soporte enormemente útil para complementar otras técnicas de prototipado y también para realizar evaluaciones.

En el proyecto de Els Vilars se pretende ofrecer al visitante la posibilidad de realizar una visita utilizando el paradigma de la Realidad Aumentada. Para ello se pensó en un dispositivo móvil parecido a un ordenador portátil en forma y tamaño con la versatilidad de los actuales PDA pero con otras características. Era el dispositivo conocido como *tabletPC* que actualmente ya se encuentra disponible comercialmente³⁴. Para poder simular este dispositivo se realizó con madera y papel una tableta a la

³⁴ Es interesante mencionar que en el momento de la realización de la maqueta este dispositivo todavía no existía, no obstante, con la maqueta pudimos realizar su evaluación dos años antes de su aparición en el mercado.

que se llegó tras varias iteraciones de prototipos de papel. La siguiente c5_9 muestra algunos de estos prototipos de papel y la maqueta del dispositivo.

Maquetas digitales

Las maquetas digitales son representaciones de calidad en formato digital que normalmente llenan el espacio que hay entre el prototipo de papel y la versión definitiva de una interfaz o parte de ella.

Para realizar una maqueta digital ya no son suficientes los materiales básicos, sino que ya es necesario utilizar herramientas más sofisticadas (editores gráficos...) que precisan de mayor tiempo de desarrollo y mejor preparación de las personas que los realizan. Por el contrario, el mayor nivel de detalle de las maquetas digitales permite visualizar de una manera muy aproximada a la versión final el diseño de la interfaz (colores, estructura de navegación, botones, etc.).

Las maquetas realizadas con papel y lápiz se perciben como herramientas poco detalladas en las que priman más los aspectos conceptuales, mientras que usuarios e implicados ven las maquetas digitales como versiones finales que no se pueden cambiar, por lo que es más adecuado utilizarlas en la fase de diseño.

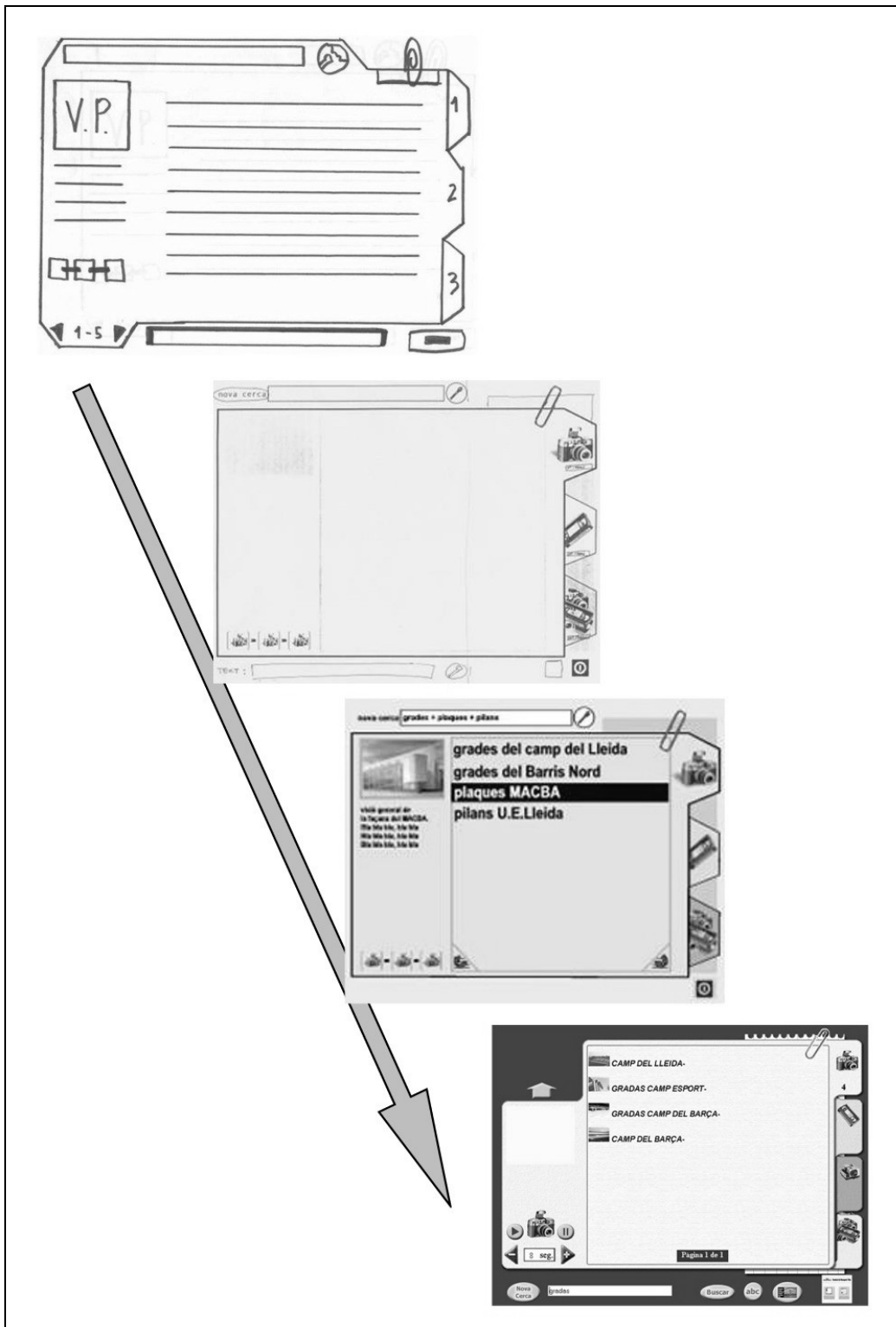


Figura c5_10: El ejemplo hace referencia al proyecto de la pantalla de la recepción y nos muestra las versiones finales de las maquetas digitales a las que, partiendo de los primeros prototipos de papel, se ha llegado tras varias propuestas evolutivas

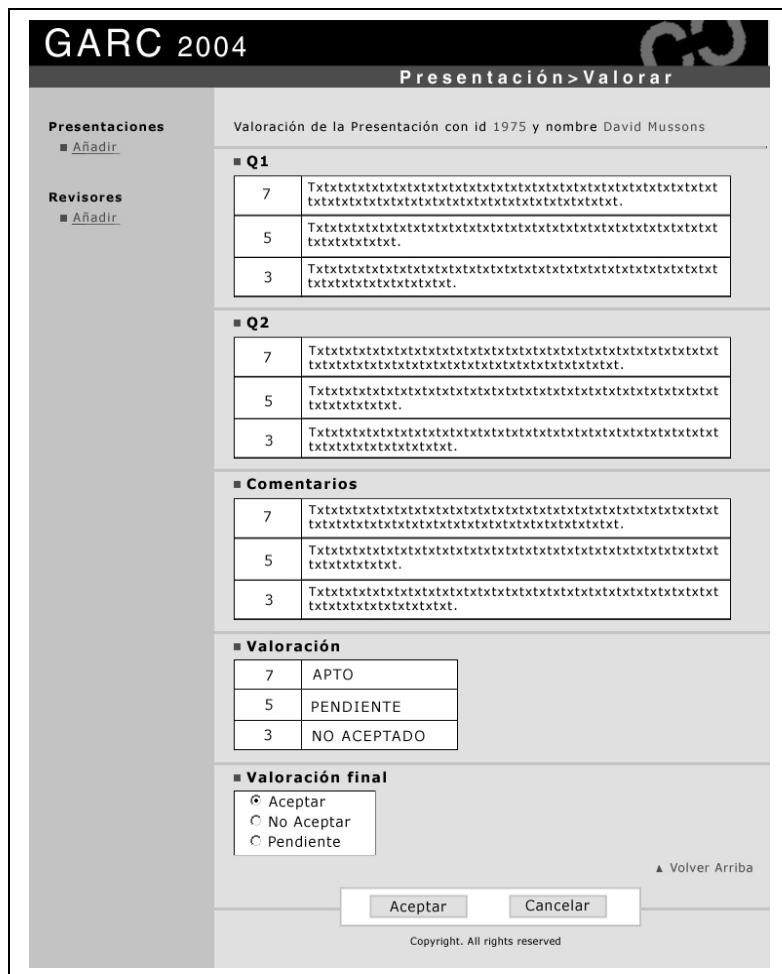
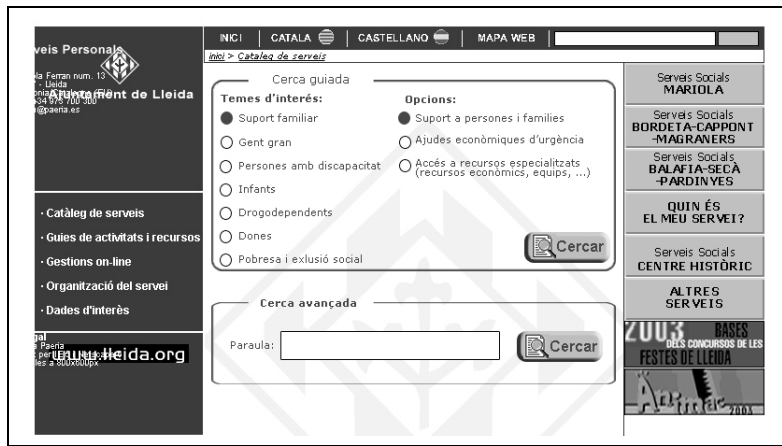


Figura c5_11: Otros ejemplos de maquetas digitales de los proyectos de la web de los servicios personales (el de arriba) y de la herramienta virtual para la web del congreso i2004 (abajo)

Storyboard Navegacional

Un *storyboard navegacional* (o *de uso*) es una técnica diferente del *storyboard* visto anteriormente que consiste en desarrollar una serie de dibujos o imágenes que representan el **espacio de navegación**, bien sea de todo el sistema, de una parte de él o de una tarea concreta.

Esta técnica es una **aportación propia** al campo de las técnicas de prototipado que

constituye el resultado de conjuntar algunas de las mejores características de varias de las técnicas ya conocidas. El nombre de Storyboard Navegacional proviene del hecho que la representación se realiza por medio de entidades (dibujos o imágenes) que pueden asociarse a una serie de viñetas o *storyboards* con las que se representa el espacio de *navegación*.

Con esta técnica se representan en un **espacio bidireccional** (con papel, en una pizarra, con impresiones de pantalla y flechas con rotulador, etc.) *todos los estados de las interfaces* (pantallas...) de la parte del sistema que se examinará y todas las *posibilidades a nivel interactivo* desde cada uno de estos estados para visualizar las posibles acciones o movimientos que el usuario puede realizar mientras interacciona con la interfaz.

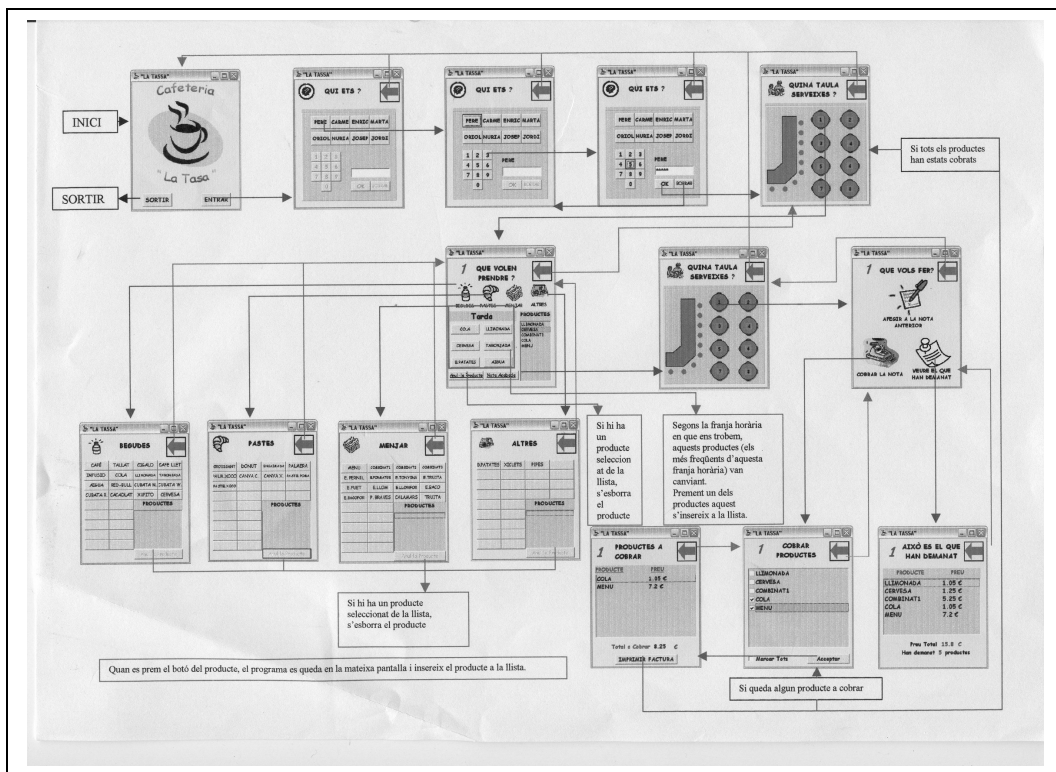


Figura c5_12: Ejemplo de *Storyboard Navegacional* realizado para el proyecto de la cafetería. Se observan los diferentes estados interactivos del dispositivo tipo PDA que permitirá a los camareros gestionar los pedidos y la facturación de los clientes. Puede apreciarse, aunque no con mucho detalle, la información adicional en forma de flechas de colores y anotaciones que conectan las diferentes vistas de la interfaz

Es importante **no confundir** los estados de las interfaces con los estados del sistema. Las primeras representan las diferentes posibilidades que la interfaz ofrece al usuario, mientras que la segunda hace lo propio con el funcionamiento interno del sistema (aspecto que será tratado en la fase de diseño del sistema en el modelo MPIu+a).

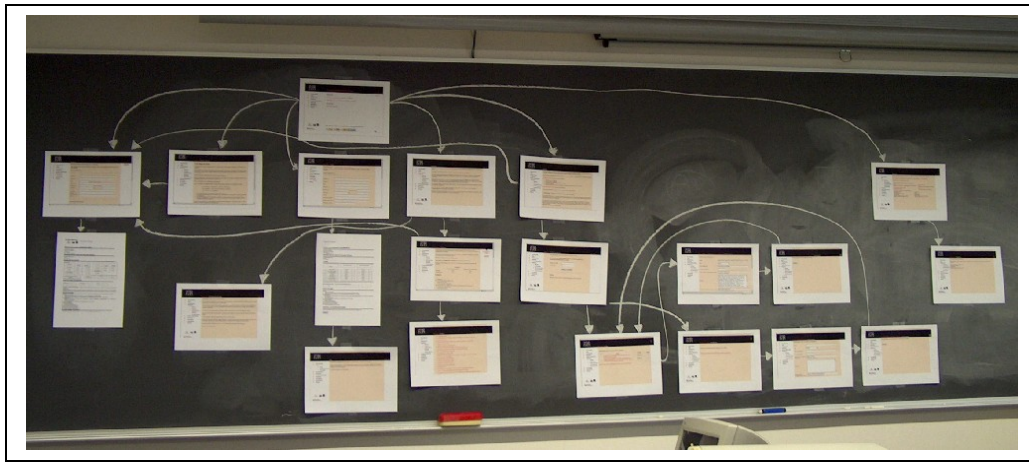


Figura c5_13: En esta imagen (tomada en la pizarra del laboratorio GRIHO y correspondiente a la evaluación de sitio web del congreso i2004), a pesar de que no permite ver la información de los diferentes estados interactivos puede observarse una buena práctica de realización de un *storyboard navegacional*, desplegando en una pizarra las maquetas digitales de los diferentes estados y mediante líneas con tiza se marcan los caminos a seguir. Este tipo de técnica proporciona una gran **flexibilidad** a la hora de su evaluación

Esta técnica permite comprender el flujo del trabajo de los usuarios, así como el soporte que la interfaz ofrece al usuario en cada paso de la interacción durante la consecución de las diferentes tareas.

Los Storyboards Navegacionales pueden implementarse tanto a partir de secuencias realizadas con prototipos de papel como si éstas son maquetas digitales. Lo que cambiará será la definición y el nivel de detalle, así como el tiempo necesario para su materialización, repercutiendo principalmente en la percepción que el usuario observará.

Vídeos

Rodar o grabar un vídeo permite desarrollar escenas que, gracias al uso de técnicas de preproducción y postproducción, pueden hacer que parezcan reales funcionalidades y sistemas que sólo son ideas, que están en fase muy inicial o que son imposibles de realizar (tecnología inexistente, lugares inalcanzables).

Los prototipos basados en vídeos ofrecen una **manera económica de visualizar partes de los sistemas futuros**. Aun así, *suelen fallar cuando intentan comunicar el sentido global de una nueva experiencia para el usuario*, bien sea porque el hardware necesario para el nuevo sistema todavía no existe o porque sea difícil de crear un prototipo fluido e interactivo de un sistema grande [NIE89][NIE93].

El prototipo en vídeo puede ser muy útil en el diseño de interfaces multimodales³⁵ en el que la interacción se produce mediante más de un canal sensorial o en el diseño de escenarios futuros de los que todavía no se dispone de la tecnología necesaria. Una de las **mayores ventajas** del vídeo es que permite eliminar todas las limitaciones y restricciones de los dispositivos físicos del mundo real [ROS02, pág. 203].

³⁵ Una interfaz se considera multimodal cuando utiliza simultáneamente varios canales de comunicación entre el usuario y el sistema (voz, tacto, vista...).

Un ejemplo interesante, y clásico, del prototipado en vídeo lo constituye el vídeo *STARFIRE. A Vision of Future Computing* rodado por el equipo de SunSoft (Sun Microsystems) el año 1994, en el que B. TOGNAZZINI reproduce una “visión creíble a diez años vista” acerca de cómo podría interactuarse tecnológicamente en una oficina de una compañía. TOGNAZZINI escogió una *product manager*, Julie, de una compañía de automóviles que se vio rápidamente sorprendida con la necesidad de realizar una presentación multimedia para una reunión de emergencia con sus superiores [TOG94].

Una película o un vídeo permiten construir la demostración definitiva de un nuevo sistema. No existen limitaciones ni por parte del hardware ni del software. Todo funciona perfectamente sin importar cuantas veces se mira la grabación, y los mensajes pueden conducir al usuario a las conclusiones que el productor tiene en su mente. Ambas características son dos de las ventajas e inconvenientes que el prototipaje en vídeo ofrece [TOG94].

En nuestros proyectos hemos utilizado esta técnica para el caso de la visita al yacimiento arqueológico utilizando la realidad aumentada y en el caso de un nuevo entorno de computación ubicua en el Montsec.

Para el caso del yacimiento arqueológico utilizando la Realidad Aumentada para poder evaluar cómo debería implementarse el sistema o cómo reaccionarían los visitantes ante el nuevo concepto de visita se realizó un prototipo en vídeo del que provienen las siguientes imágenes:



Figura c5_14: Imágenes que pertenecen al vídeo realizado para el caso del yacimiento arqueológico

Este prototipo en vídeo realmente constituye una combinación de varias técnicas de prototipado, puesto que para la realización del mismo previamente se ha definido un escenario (que refleje una situación posible del futuro sistema) y su posterior *storyboard*.

Ventajas e inconvenientes.

Ventajas	<ul style="list-style-type: none">• Se pueden descubrir problemas de usabilidad en una etapa muy temprana del proceso de diseño.• Proporciona una simulación dinámica de los elementos de la interfaz que se pueden ver y comentar tanto por el equipo de desarrollo como por los usuarios.• Aunque parezca lo contrario, no son necesarios muchos recursos.
Inconvenientes	<ul style="list-style-type: none">• Requiere de personal familiarizado con la funcionalidad del sistema que se va a crear para crear el prototipo de vídeo.• El método en realidad no captura a un usuario interactuando recíprocamente con el prototipo, careciendo del elemento interactivo de otros métodos.• Al emplear materiales simples y carecer de interactividad, los prototipos de vídeo no apoyan la evaluación de detalle de diseño fino.• Esta técnica permite tantas opciones y pertenece a un campo tan <i>actual</i> que induce a caer en un grave error: Desperdiciar mucho tiempo en conseguir un video “estéticamente bonito” dejando a menudo detalles importantes para el verdadero propósito del vídeo.

Tabla c5_4: Ventajas e inconvenientes de la técnica de prototipado en vídeo

Escenarios

Trabajar con ordenadores y sistemas interactivos en general es algo más que funcionalidades, inapelablemente reestructuran actividades humanas, creando nuevas posibilidades, al mismo tiempo que dificultades. Por otra parte, en cada contexto en el que el ser humano tiene experiencia y actúa proporciona unas restricciones para el desarrollo de sistemas de información.

En el momento en que tengamos que analizar y diseñar software, necesitamos una manera de ver cómo estos nuevos sistemas pueden transformar y restringir los contextos actuales de la actividad humana.

Una aproximación directa es imaginando y documentando las actividades típicas y significativas. Una manera de hacerlo es describiendo las actividades que se realizan durante el proceso de desarrollo, y los escenarios son una forma apropiada de presentar estas descripciones.

Los escenarios, en cuanto a una forma de reflejar las historias sobre personas y sus actividades [CAR00] destacan:

- Los objetivos sugeridos por la apariencia y comportamiento del sistema.
- Qué es lo que las personas quieren hacer con el sistema.
- Qué procedimientos se usan, cuáles no se usan.
- Cuáles se realizan o no satisfactoriamente.
- Qué interpretaciones hacen las personas de lo que les sucede.

Esta técnica sirve tanto para *contar* la manera como se realizan las acciones actualmente como para hacer *imaginaciones de futuro*. Lo importante en ambos casos es que el escenario contenga la mayoría (si no la totalidad) de los aspectos que directa o indirectamente intervienen durante el proceso interactivo, destacando aquellos que son claves para que su consecución futura sea posible.

Una reflexión de Peter SCHWARTZ acerca de los escenarios que merece tener en cuenta: *Un escenario no es una predicción, simplemente no es posible predecir el futuro con certeza. Un viejo proverbio árabe dice que quién predice el futuro miente, incluso si cuenta la verdad. Debemos entender los escenarios, por tanto, como vehículos para ayudar a las personas a aprender [SCH96].*